16. 1. 1925

Stadt-bücherei Elbing

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON

ARNOLD BERLINER

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 3 (SEITE 33—60) | 16. JANUAR 1925 | DREIZEHNTER JAHRGANG

DER PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT ZU BERLIN

ZUR FEIER DER VOLLENDUNG IHRES ACHTEN JAHRZEHNTS AM 14. JANUAR 1925

*

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften" erfolgt von Leipzig aus!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Goldmark (1 Gm. = $^{10}/_{42}$ Dollar nordamerikanischer Währung). Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr.

Manuskripte, Bücher usw. an
Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: $^1/_1$ Seite 90 Goldmark, Millimeter-Zeile 0.20 Goldmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigepreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch
Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Fehlands Ingenieur-Kalender 1925

Für Maschinen- und Hütteningenieure

Herausgegeben von

Professor P. Gerlach

unter Mitwirkung von Betriebsdirektor Dipl.-Ing. Erbreich in Tangerhütte, Prof. Dipl.-Ing. Coenen, Prof. Dr.-Ing. Schimpke, Prof. Dr.-Ing. Unold und Prof. Dipl.-Ing. Zietemann in Chemnitz

47. Jahrgang. In zwei Teilen

I. Teil gebunden, II. Teil geheftet: Preis 3.60 Goldmark

Die gründlich durchgearbeitete Neuausgabe des unter allen Ingenieuren seit Jahrzehnten eingeführten Kalenders weist bei allen Ergänzungen und Umarbeitungen die alten Vorzüge auf.

Soeben erschien:

Chemiker-Kalender 1925

Ein Hilfsbuch für Chemiker, Physiker, Mineralogen, Industrielle, Pharmazeuten, Hüttenmänner usw.

Begründet von

Dr. Rudolf Biedermann

Neubearbeitet von

Prof. Dr. Walther Roth

Braunschweig, Technische Hochschule

46. Jahrgang. In zwei Bänden

Gebunden: Preis 12 Goldmark

Der in zwei umfangreichen Ganzleinenbänden im Taschenformat erscheinende Kalender bleibt auch in seiner neuen Ausgabe das reichhaltige, vielseitige und tägliche Nachschlagemittel für jeden Chemiker, Physiker, Technologen, Mineralogen, sowie jeden in der chemischen Industrie praktisch tätigen Techniker.

Soeben erschien:

Kalender der deutschen Funkfreunde

I. Jahrgang. 1925.

Bearbeitet im Auftrage des Deutschen Funk-Kartells von

Dr.-Ing. Karl Mühlbrett
Technische Staatslehranstalt, Hamburg

und

Ziviling. Friedrich Schmidt
Generalsekretär des Deutschen Funk-Kartells, Hamburg

Mit einem Geleitwort von

Universitäts-Professor Dr. H. G. Moeller

Vorsitzender des Deutschen Funk-Kartells

Preis 2 Goldmark

Der zum erstenmal erscheinende Kalender bringt in einem allgemeinen Teil die Organisation des Funkwesens in Deutschland, die Gesetze und Verordnungen, soweit sie Funkfreunde betreffen, mit besonderer Berücksichtigung des besetzten Gebietes, sowie die Leitsätze des VDE usw. In einem technischen Teil werden die notwendigen Geräte, Schaltungen, Selbstbau und praktische Winke ausgeführt. Ein dritter Teil enthält einen Schreibkalender mit reichlichem Raum für Eintragungen von Notizen, Beobachtungen, Schaltungen usw.

Stadt
Bücherei
Elbing

G. Karsten. W. Heintz. H. Knoblauch.
E. Brücke. E. du Bois-Reymond. W. Beetz.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 16. Januar 1925 | Heft 3

DER PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT ZU BERLIN

ZUR FEIER DER VOLLENDUNG IHRES ACHTEN JAHRZEHNTS AM 14. JANUAR 1925

*

Inhalt:

Seite

Zur Geschichte der Physikalischen Gesellschaft. Von E. Warburg, Berlin 35

Aus vergangenen Tagen der Berliner Physikalischen Gesellschaft. Von E. Goldstein, Berlin 39

Die literarischen Hilfsmittel der Physik. Von Karl Scheel, Berlin-Dahlem 45

Gustav Magnus. Von Peter Pringsheim, Berlin 49

Vom Relativen zum Absoluten. Von Max Planck, Berlin 53

Stadt Bücherei Elbing

Zur Geschichte der Physikalischen Gesellschaft.

Von E. Warburg, Berlin.

1. Die Gründung der „Physikalischen Gesellschaft zu Berlin" am 14. Januar 1845 durch Beetz, Brücke, Karsten, Knoblauch und E. du Bois-Reymond fiel in eine Zeit, zu welcher eine neue Glanzperiode der Physik in Deutschland begann, indem die Männer, welche dieser Periode das Gepräge gaben, in erster Linie Clausius, Helmholtz, Kirchhoff, W. Siemens[1]) zu dieser Zeit auf den Plan traten. Da alle Genannten in Berlin ihre Laufbahn begannen, so durfte die Gesellschaft in den ersten Jahren ihres Bestehens sich der tätigen Mitarbeit dieser Koryphäen erfreuen.

Der authentischste Bericht über die Entstehung der Gesellschaft findet sich in dem von Karsten verfaßten Vorbericht zu dem 1. Bande der Fortschritte der Physik (Berichtsjahr 1845). Es heißt dort:

„Dem Herrn Prof. G. Magnus verdankt die Gesellschaft ihre Entstehung, indem er es war, der im Jahre 1843 einen Kreis jüngerer Physiker zur Besprechung der neuen physikalischen Untersuchungen um sich versammelte, wodurch die bis dahin vereinzelt Dastehenden miteinander bekannt und darauf aufmerksam gemacht wurden, wieviel durch die Vereinigung zahlreicher Kräfte geleistet werden könne. Die Mehrzahl derer, welche an den Versammlungen beim Herrn Prof. Magnus teilnahmen, vereinigte sich außerdem von Zeit zu Zeit, um die sie besonders interessierenden Untersuchungen weiter zu verhandeln, und bei diesen Vereinigungen entwickelte sich nach und nach die Idee, einer öffentlichen Gesellschaft das Leben zu geben, in welcher allen denen, welche sich für die physikalischen Disziplinen interessieren, die Gelegenheit gegeben würde, Kenntnis von den Resultaten aller neuen Arbeiten auf diesem Gebiet zu erhalten, die sie wegen Mangels an Zeit sowohl wie an literarischen Hilfsmitteln sonst hätten entbehren müssen.

Ohne daß die Arbeit derer dadurch vermehrt worden wäre, welche es unternahmen, einer derartigen Gesellschaft in Vorträgen eine Übersicht über die physikalischen Untersuchungen zu geben, konnte zugleich die Herausgabe eines Jahresberichts erzielt werden. Außerdem gewährten die Zeitschriften und Monographien, welche teilweise das Material zu den Vorträgen lieferten, den Mitgliedern der Gesellschaft die Annehmlichkeit eines recht vollständigen Lesezirkels.

Wenn auch durch die Errichtung der physikalischen Gesellschaft einem Wunsch vieler begegnet wurde, wie aus dem schnellen Wachstum derselben, obwohl sie sich eine so spezielle Aufgabe gestellt hat, unwiderleglich hervorgeht, so genügen die Begründer der Gesellschaft nur ihrer Pflicht, wenn sie dem Prof. G. Magnus, als dem eigentlichen Urheber der Idee, ihren Dank hiermit öffentlich abstatten."

Gleichwohl sah Magnus die Entstehung der Gesellschaft, welche seinem „Kolloquium" Abbruch tat, ursprünglich nicht gern[1]). Er hat sich in einer Rede bei einem Stiftungsfest der Gesellschaft in diesem Sinne geäußert, zugleich aber zu erkennen gegeben, daß er sich später mit der Sache ausgesöhnt hat.

2. Die Mitgliederzahl betrug im Jahre 1845 53, darunter 6 Leutnants und 6 Mechaniker. Unter den Mitgliedern begegnet man den Namen Helmholtz, Siemens, Halske.

3. Im Jahre 1899 wurde die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin" in die „Deutsche physikalische Gesellschaft" umgewandelt. Die Satzungen der letzteren sind mehrfach geändert worden, die letzten Satzungen wurden am 21. IX. 1921 beschlossen und traten am 1. X. 1921 in Kraft.

4. Die Tätigkeit der Gesellschaft bestand von Anfang an aus den regelmäßig alle 14 Tage stattfindenden Verhandlungen, aus einem Bericht über dieselben und aus der jährlichen Herausgabe der „Fortschritte der Physik".

5. Die Verhandlungen fanden zuerst im Lesezimmer des Kadettenhauses, vom Jahre 1875 anfangend längere Zeit in der Friedrich-Werderschen Gewerbeschule, später im physikalischen Institut der Universität statt. Die Sitzungen in der Gewerbeschule, an denen der Schreiber dieses noch teilgenommen hat, wurden in einem beschränkten Raum abgehalten und trugen einen intimen Charakter, die Diskussion war ungezwungener als in größeren Versammlungen, zumal wenn dieselbe, wie neuerdings vielfach geschieht, veröffentlicht wird.

Es wird stets ein Ruhmestitel der Gesellschaft bleiben, daß in ihr Helmholtz, Kirchhoff, Clausius, Siemens einen Teil ihrer bahnbrechenden Arbeiten zuerst mitgeteilt haben. Am 23. VII. 1847 trug Helmholtz seine Arbeit über die Erhaltung der Kraft vor, 1867 demonstrierte

[1]) Alle geboren um 1820, während die ältere Generation Dove, Magnus, F. Neumann, Poggendorff, W. Weber um 1800 geboren ist.

[1]) „Clausius selbst trat aus persönlicher Rücksicht auf Magnus, der, wie er glaubte, dieses Selbständigwerden seines Kolloquiums nicht gern sah, erst 1851 als Mitglied der physikalischen Gesellschaft ein." (Helmholtz, Nachruf auf Clausius, Verhandl. 1889, S. 7.)

SIEMENS die von ihm eben erfundene Dynamomaschine damaligen Mitgliedern der Gesellschaft in der Markgrafenstraße.

Die Verhandlungen haben wesentlich dazu beigetragen, den Gedankenaustausch unter den Berliner Physikern in fruchtbarer Weise zu befördern. Ein besonders gutes Beispiel hierfür ist die Entwicklung der Gesetze der Hohlraumstrahlung in den ersten Jahrgängen der Verhandlungen der Deutschen physikalischen Gesellschaft.

In neuester Zeit haben die großen Erfolge der Theorie diese in den Vordergrund des Interesses gerückt, die Folge war, daß die Vorträge in der Gesellschaft vorzugsweise theoretische Fragen behandelten. Zugleich ist die Physik in schnell steigendem Maße in die Technik eingedrungen, es hat sich der Begriff des technischen Physikers herausgebildet, welchem die theoretischen Fragen weniger naheliegen. Dieser Umstand hat zur Gründung der „Deutschen Gesellschaft für technische Physik" im Jahre 1919 geführt, und das ungemein schnelle Anwachsen der Mitgliederzahl dieser Gesellschaft hat die Berechtigung ihrer Gründung erwiesen, welche vielleicht auch als ein heilsames Gegengewicht gegen ein etwaiges Überhandnehmen der Theorie erscheint. Doch tut die neue Gesellschaft der alten keinen Abbruch. Auch diese ist in stetigem Wachsen begriffen, besonders seit die Errichtung der Gauvereine dazu geführt hat, daß die Tätigkeit der Gesellschaft, welche auch nach der Umwandlung der Berliner in eine deutsche Gesellschaft im wesentlichen auf Berlin beschränkt geblieben war, in erfreulicher Weise auf weitere Kreise sich erstreckt.

6. Über die Verhandlungen der Gesellschaft wurde längere Zeit hindurch nur dem Titel, nicht dem Inhalt nach berichtet, und zwar jeweils in den Fortschritten der Physik. Seit dem Jahre 1882 sind die Verhandlungen separat, und zwar dem Inhalt nach veröffentlicht worden; die ersten 4 Jahrgänge als Beilage zu den Fortschritten der Physik, die späteren vom Jahre 1886 an in besonderer Ausgabe, von 1889 an redigiert von A. KÖNIG. Die 17 Jahrgänge bis zum Jahre 1898 bilden die erste Reihe der Verhandlungen. Nach der Umwandlung der Berliner in die Deutsche Gesellschaft im Jahre 1899 beginnt die zweite Reihe, redigiert bis 1901 von KÖNIG, von da an bis 1919 von SCHEEL. Nach der Redaktionsordnung für die zweite Reihe (Verhandl. für 1899, S. 254, § 1 und 4) werden in den Verhandlungen abgedruckt Autoreferate über die in den Sitzungen gehaltenen Vorträge oder *von einem Mitglied vorgelegte Mitteilungen.* Durch den letztgenannten Passus war auch für Nichtmitglieder die Möglichkeit gegeben, in den Verhandlungen zu veröffentlichen. Hiervon wurde wegen der Schnelligkeit dieser Publikation bald in ausgiebiger Weise Gebrauch gemacht. So entwickelten sich die Verhandlungen zu einer Zeitschrift, die bis zum Kriege schnell anwuchs, nämlich von 252 Seiten 1899 auf 1352 Seiten 1913. Indem nun die eigentlichen Verhandlungen nur einen kleinen Teil dieser Zeitschrift ausmachten, war es ein natürlicher Gedanke, dieselbe zu teilen in die eigentlichen Verhandlungen der Gesellschaft und in eine für sich erscheinende Zeitschrift. Dieser Gedanke wurde 1920 ausgeführt durch die Begrün-

dung der „Zeitschrift für Physik, herausgegeben von der Deutschen physikalischen Gesellschaft als Ergänzung zu ihren Verhandlungen", und die Eröffnung einer dritten Reihe der eigentlichen Verhandlungen, beides unter der Redaktion von SCHEEL. An der Zeitschrift für Physik ist außer der Gesellschaft beteiligt die Verlagsbuchhandlung von Fr. Vieweg & Sohn und vom 5. Band an auch die Verlagsbuchhandlung von Julius Springer. So hat sich in stufenweiser logischer Fortbildung aus den im Jahre 1845 begonnenen Verhandlungen der Gesellschaft eines der wichtigsten physikalischen Publikationsorgane Deutschlands entwickelt.

7. Die größte Leistung der physikalischen Gesellschaft liegt aber auf dem Gebiet der jährlichen Berichterstattung durch Herausgabe der Fortschritte der Physik. Das Programm dieses Jahresberichts wird in dem Vorbericht von KARSTEN zum 1. Band dahin ausgesprochen, „die Fortschritte der Wissenschaft *schnell* und *vollständig* zur Kenntnis des hierfür interessierten Publikums zu bringen. Denn der Jahresbericht bezweckt außer seinem dauernden Wert als literarischer Nachweiser auch noch, gleichsam wie das Schlußresümee einer Arbeit die Resultate dieser zusammenfaßt, so die Resultate der physikalischen Gesamtarbeit eines Jahres hinzustellen, um den Physiker auf Untersuchungen aufmerksam zu machen, die ihm bei der Fülle derselben leicht entgehen könnten".

Bei einer Wissenschaft, welche so enge Beziehungen zu den Nachbargebieten hat wie die Physik, ist eine scharfe Abgrenzung des Stoffes nicht möglich, auch führen veränderte Umstände zu veränderter Behandlung. So ist es natürlich, da die Gesellschaft bei ihrer Gründung hervorragende Physiologen zu ihren Mitgliedern zählte, daß die ersten Jahrgänge viel physiologisches enthalten, die Jahrgänge 1845—1848 Berichte von HELMHOLTZ über physiologische Wärmeerscheinungen, Berichte, die sich teilweise als Vorläufer der Erhaltung der Kraft darstellen, die Jahrgänge 1845—1848 Berichte von BRÜCKE über physiologische Optik, die Jahrgänge 1845—1853 solche über Elektrophysiologie von DU BOIS-REYMOND. Die Fortsetzung der letzteren durch ROSENTHAL bis zum Jahre 1872, durch GAD bis zum Jahre 1884 ist wohl als eine Nachwirkung der DU BOISschen Berichte zu betrachten. Dagegen sind die Berichte über physiologische Optik mit Recht bis zum letzten Berichtsjahr 1918 fortgeführt, da für die Interpretation vieler physikalischer Beobachtungen die physiologische Optik eine wichtige Rolle spielt.

Der Stoff ist in dem ersten Jahresbericht von KARSTEN in 6 Abschnitte geteilt: I. Allgemeine Physik, II. Akustik, III. Optik, IV. Wärme, V. Elektrizität, VI. Angewandte Physik. Jeder dieser Abschnitte enthält Unterabteilungen, die Aggregatzustandsänderungen sind unter I. besprochen, nicht unter IV., wohin sie gehören. Allein so groß ist die Macht der Gewohnheit, daß erst JOCHMANN im 15. Jahrgang 1859 die erforderliche Umstellung vorgenommen hat. Der VI. Abschnitt fiel 1846 aus, erschien 1852 als Physik der Erde, 1890 als Kosmische Physik und wurde seit 1880 für sich besonders paginiert herausgegeben; ebenso seit 1882 die Abschnitte I und II unter dem Titel: Physik der Materie, III—V unter dem Titel: Physik des Äthers. Im übrigen ist die ursprüngliche Einteilung in die 6 Abschnitte bis zum Jahre 1902 beibehalten worden; da sie indessen mehr und mehr als dem Stande der Wissenschaft nicht mehr entsprechend beanstandet wurde, setzte der Vorstand der Gesellschaft 1902 eine Kommission zur Beratung über eine neue Kapiteleinteilung ein. Die Vorschläge dieser Kommission wurden veröffentlicht, nach tunlichster Berücksichtigung geäußerter Wünsche angenommen und hatten in der definitiven Form folgenden Inhalt: I. Abt. (Bd. I): 1. Allgemeine Physik, 2. Akustik, 3. Physikalische Chemie; II. Abt. (Bd. II): 4. Elektrizität und Magnetismus, 5. Optik des gesamten Spektrums, 6. Wärme; III. Abt. (Bd. III): Kosmische Physik. Diese Einteilung ist bis zum letzten Jahresbericht für 1918 beibehalten worden.

Sehr interessant sind die älteren Jahrgänge der Fortschritte wegen der in ihnen enthaltenen Referate berühmter Gelehrter. So bringen die Jahrgänge 1845—1856 Referate von HELMHOLTZ über die Theorie der Wärme und der Akustik, die Jahrgänge 1848—1852 solche von KIRCHHOFF über Elastizität und Akustik und in den Jahrgängen 1847—1857 hat BUYS BALLOT über Meteorologie berichtet. Besonders bemerkenswert sind die Berichte von HELMHOLTZ, welche ein weit über das Gewöhnliche hinausgehendes Maß an Kritik und eigenen Gedanken enthalten.

Mit dem Anwachsen des Umfanges stieg der Preis der Fortschritte und verminderte sich der Kreis der Abnehmer, so daß die Firma Reimer sich veranlaßt sah, den Verlagsvertrag auf 1888 zu kündigen. Glücklicherweise fand sich die Firma Fr. Vieweg & Sohn bereit, den Verlag zu übernehmen und dadurch die Fortschritte vor dem Eingehen zu retten.

Schon im Jahresbericht für 1848 klagt KARSTEN über das verspätete Erscheinen, hervorgerufen durch die Unmöglichkeit, die Beiträge rechtzeitig zu erhalten. Der Zeitzwischenraum zwischen dem Jahr des Erscheinens und des Berichts wuchs allmählich von 4 Jahren im Jahre 1848 auf 6 Jahre im Jahr 1878. Diesem Übelstande wurde 1877 durch die Gründung der Beiblätter zu den Annalen der Physik abgeholfen, aber auf Kosten der Unzuträglichkeit, daß dieselbe Arbeit zweimal zu leisten war. Als sodann von 1894 an die Fortschritte wieder rechtzeitig, d. h. ein Jahr nach dem Berichtsjahr, erschienen und außerdem seit 1902 das halbmonatliche Literaturverzeichnis, welches die Titel der neusten Arbeiten schnellstens zur Kenntnis brachte, als Ergänzung zu den Fortschritten hinzutrat, blieb allein der Nachteil doppelter Berichterstattung übrig. Indem nun

nach dem Kriege einerseits durch Geldknappheit und Papiermangel schwierige Verhältnisse eintraten, anderseits eine gute und ausführliche Be-

Eduard Riecke

richterstattung wegen der Schwierigkeit in der Beschaffung der ausländischen Literatur eine unabweisbare Notwendigkeit wurde, erschien jener Zustand geradezu unerträglich. Es darf daher als eine Rettung aus dieser Not bezeichnet werden, daß es der Deutschen physikalischen Gesellschaft und der jungen Deutschen Gesellschaft für technische Physik 1920 durch gemeinsame Anstrengung gelang, an Stelle der bisherigen 3 Organe ein einziges zu setzen unter dem Titel: Physikalische Berichte als Fortsetzung der Fortschritte der Physik und des halbmonatlichen Literaturverzeichnisses sowie der Beiblätter zu den Annalen der Physik, gemeinsam herausgegeben von der Deutschen physikalischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für technische Physik. Diese pünktlich alle 14 Tage erscheinenden Berichte haben sich unter der ausgezeichneten Redaktion von KARL SCHEEL schnell zu einem, teilweise auch im Ausland geschätzten Organ entwickelt, welches allen Anforderungen genügt, insbesondere dem deutschen Physiker die Kenntnis der ausländischen Literatur vermittelt. Die Einteilung der physikalischen Berichte ist folgende: 1. Allgemeines, 2. Allgemeine Grundlagen der Physik, 3. Mechanik, 4. Aufbau der Materie, 5. Elektrizität und Magnetismus, 6. Optik aller Wellenlängen, 7. Wärme. — Die Kosmische Physik fällt weg. Einen Wunsch bezüglich der Berichterstattung möchte ich mir erlauben hier zu äußern. TAIT sagt (Sketch of thermodynamics 1868) in bezug auf seine historischen Angaben: It is possible that circumstances have led me to regard the question from a somewhat too British point of view. But even supposing this to be the case it appears to me, that unless contemporary history be written with some little partiality it will be impossible for the future historian to compile from the work of the present day a complete unbiassed statement etc. Viele Landsleute TAITS scheinen diese Auffassung zu teilen, der ich mich nicht anschließen kann, da es in bezug auf die historische Wahrheit meiner Meinung nach kein Kompromiß gibt. Noch weniger anmutend als nationale Voreingenommenheit scheinen mir die Methoden des Verschleierns, denen man neuerdings öfters begegnet, indem ein Autor, der kaum mehr getan hat, als die Arbeit eines Vorgängers zu wiederholen, diesen beiläufig, etwa in einer Fußnote, nennt; oder indem man den Vorgänger in einer ersten Arbeit nennt, aber in einer zweiten verschweigt, und was dergleichen mehr ist. Es scheint mir nun zweckmäßig, bei der Berichterstattung, wie dies früher in dankenswerter Weise GUSTAV WIEDEMANN getan hat, in dieser Beziehung, da, wo es nötig scheint, eine Korrektur eintreten zu lassen, wodurch möglicherweise die Autoren veranlaßt werden, sich derartiger Korrektur in Zukunft nicht mehr auszusetzen.

In den Fortschritten zusammen mit den physikalischen Berichten besitzen wir vom Jahre 1845

Emil Warburg

an bis auf die Gegenwart eine nahezu vollständige Literaturübersicht, deren Benutzung durch die drei Registerbände der Fortschritte bedeutend er-

leichtert wird. Leider gehen die Registerbände nur bis zum Jahre 1897; die Herstellung eines vierten Registerbandes, der die Jahrgänge 1897—1918

Ernst Brücke.

umfaßt, ist daher zur Vollendung des Werkes dringend erwünscht.

18. Zum Schluß dieser kleinen Skizze möchte ich nicht unterlassen, diejenigen Männer zu nennen, welche sich um die Physikalische Gesellschaft besonders verdient gemacht haben. Es sind dies EMIL DU BOIS-REYMOND, welcher, einer der Stifter, bis zu seinem Lebensende der Gesellschaft das wärmste Interesse bewahrt hat; ferner RICHARD ASSMANN, ARTHUR KÖNIG, KARL SCHEEL, BERNHARD SCHWALBE, welche an den Redaktionsgeschäften in hervorragender Weise beteiligt waren.

Aus vergangenen Tagen der Berliner Physikalischen Gesellschaft.

Von E. GOLDSTEIN, Berlin.

„Die Jahre fliehen pfeilgeschwind". Als eine ungeheuerliche Hyperbel erschien mir das SCHILLERsche Wort in meinen Jugendjahren; aber je mehr ich selbst zu Jahren komme, desto mehr entspricht es meinem eigenen Empfinden. Noch fühle ich die schüchterne Scheu, die ich als junger Mensch empfand, mich als Mitglied der Physikalischen Gesellschaft vorschlagen zu lassen — und schon überrascht mich die Redaktion dieser Blätter mit der Mitteilung, daß ich eines der ältesten Mitglieder der Gesellschaft sei, und daß von mir eine Sammlung von Erinnerungen aus der Vergangenheit der Gesellschaft erwartet werde.

Ich komme dieser Anregung nach, so gut oder so schlecht es mein Können gestattet, und werde mir erlauben, einem Teil meiner Erinnerungen Raum zu geben, soweit sie hauptsächlich das erste und zweite Jahrzehnt meiner Mitgliedschaft umfassen. Indem ich nun in der Erinnerung die große Reihe bedeutender und interessanter Fachgenossen, mit denen die Physikalische Gesellschaft während jenes Zeitraumes mich zusammengeführt hat, an mir vorüberziehen lasse, faßt mich tiefe Wehmut darüber, welche Unsumme von Intelligenz und Schaffenslust seitdem unwiederbringlich dahingeschwunden!

Kein Mensch ist unentbehrlich, aber jeder geistig produktive Mensch ist unersetzlich.

Ich erwähne nun eine Reihe von Persönlichkeiten, die sich mir aus den Sitzungen besonders eingeprägt haben, im allgemeinen also Männer, die in den Gesellschaftssitzungen nicht allzu selten erschienen. In meiner Erinnerung lebt natürlich in erster Reihe das Dreigestirn HELMHOLTZ, KIRCHHOFF, DU BOIS-REYMOND, von denen bis zur Vollendung des jetzigen physikalischen Instituts zu meiner Zeit DU BOIS-REYMOND der perennierende Vorsitzende der Gesellschaft war. Die Sitzungen finden seitdem bekanntlich fast stets im großen Hörsaal des Instituts statt, und da DU BOIS-REYMOND sich weigerte, in HELMHOLTZ' Hause weiter den Vorsitz zu führen, wurde HELMHOLTZ zum Vorsitzenden der Gesellschaft, DU BOIS-REYMOND zum Ehrenpräsidenten gewählt. Nach HELMHOLTZ' Hinscheiden fungierte

G. Kirchhoff.

zunächst gewöhnlich der jeweilige Direktor des Physikalischen Instituts als Vorsitzender der Gesellschaft, mit Ausnahme von 1895, wo VON BEZOLD ge-

wählt wurde. Später versahen bisweilen auch andere prominente Mitglieder das Amt des Vorsitzenden.

1880 wurde ich Mitglied der Gesellschaft, nach-

H. Helmholtz

dem ich seit 1878 schon gelegentlich als Gast zugelassen worden war. Damals tagte die Gesellschaft in den Räumen der Friedrich Werderschen Gewerbeschule. Die „Nachsitzungen" fanden im „Roten Schloß" an der Stechbahn statt, später im „Leipziger Garten" (in der Leipziger Straße). DU BOIS-REYMOND und KIRCHHOFF nahmen häufig an den „Nachsitzungen" teil, äußerst selten der alkoholscheue HELMHOLTZ, der ja auch in seinen populären Reden und Vorträgen erwähnt, daß die kleinste Menge Alkohol seine guten Gedanken beeinträchtigte. Sein Fortbleiben von den Nachsitzungen war für die Lebendigkeit des Tons in ihnen nicht unvorteilhaft, denn wenigstens bei den jüngeren Mitgliedern der Gesellschaft war die Ehrfurcht vor HELMHOLTZ so groß, daß in seiner Gegenwart und Hörweite keiner von ihnen das Wort zu nehmen gewagt hätte.

Und nun gedenke ich wenigstens einiger von den vielen, die zwar anregend, aber für das Selbstbewußtsein der jüngeren Mitglieder weniger erdrückend wirkten. Bei ihrer Aufzählung soll nicht irgendeine Rangordnung maßgebend sein.

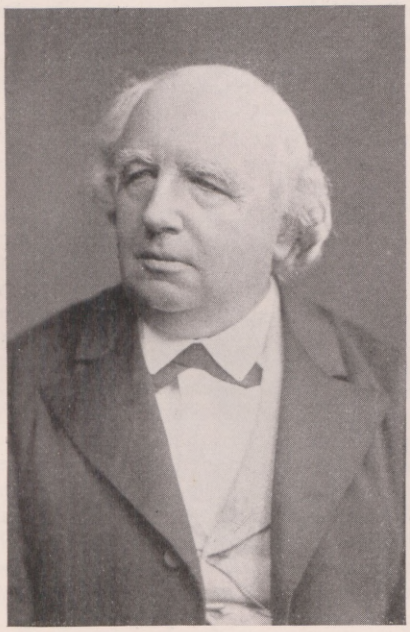
Da war der joviale GUSTAV HANSEMANN († 1902), eine Zeitlang experimenteller Mitarbeiter von KIRCHHOFF, der auch eine interessante satirisch-parodistische Broschüre gegen die damals moderne „Philosophie des Unbewußten" EDUARD VON HARTMANN's geschrieben hatte; da war JAGOR, von dessen hochherziger Stiftung die Wissenschaft in den Händen zahlreicher Mitglieder Nutzen gezogen hat. Er war ursprünglich Referendar. Von seinen Bezügen als solcher hätte er seine Stiftung natürlich nicht errichten können, aber, wie VON DIEST in seiner interessanten Autobiographie („Aus dem Leben eines Glücklichen") berichtet, mußte JAGOR wegen einer Duellaffaire ins Ausland fliehen und hat dann in China und Japan ein großes Vermögen erworben.

Schlicht und bescheiden lebte HERMANN ARON († 1913) dahin, wohl einer der genialsten und erfindungsreichsten Köpfe aller Zeiten. Kaum jemand kannte die ganze Fülle seiner großen Gedanken und seiner Experimente. Weshalb? Weil diese Fülle so ungeheuer war, daß eine Idee die andere überstürzte und tötete. Ich verkehrte mit ihm mehrere Jahre, in denen er sich ein kleines Laboratorium in einem Hofgebäude der Dorotheenstraße eingerichtet hatte, gelegentlich mit einem Beefsteak oder Kotelett bewirtet, das 4—6 Wochen alt war. (Denn ARON hatte ein Verfahren erfunden, das Rohfleisch mittels gasförmiger schwefliger Säure so lange frisch zu erhalten.) Wenn ich in Intervallen von etwa 8 oder 14 Tagen ihn fragte, wie weit seine jeweilige Untersuchung fortgeschritten sei, dann erhielt ich regelmäßig die Antwort: „Das interessiert mich gar nicht mehr, ich verfolge jetzt eine ganz andere Idee." Aber diese neue

J. G. Halske.

schöne Idee hatte wieder nur eine ganz kurze Lebensdauer, und ihre Früchte gelangten nicht zur Publikation. Jeder Physiker oder Elektro-

techniker kennt allerdings die geistvoll konstruierten ARONschen Elektrizitätszähler. Daß wenigstens diese nicht schon in der Entwicklung vorzeitig



K. Weierstrass

untergingen, hängt damit zusammen, daß ein begüterter früherer Schulkamerad ihm eines Tages zur Ausführung eines Entwurfes ein Kapital aufdrängte. Jetzt war es für ARON Ehrensache, dieses Geld nicht in kurzatmigen Versuchen ertraglos auszugeben, und nun führte er die Idee, die ihn im Augenblick beherrschte, auch wirklich einmal ganz durch.

ARON ist auch der erste Erfinder des Gasglühlichts, ebenso der Erfinder der drahtlosen Telegraphie. Schon vor mehr als 40 Jahren signalisierte er drahtlos elektrisch über den Wannsee und sprach mittels seiner „Kabelsonden" (kurze, mit Drahtspulen umwickelte Telephone) auf gleiche Entfernung. Er pflegte damals zu sagen, man könnte telephonisch drahtlos von der Sonne zur Erde sprechen, wenn der Äquator beider Weltkörper mit Drahtspulen von genügender Windungszahl umwickelt wäre.

Gründlichkeit und Klarheit erstrebte er und verlangte er überall. Im Doktorexamen gab er auf des Philosophen ZELLER Frage: „Weshalb haben die alten Römer keine eigene Philosophie gehabt?" die für den mitexaminierenden HELMHOLTZ amüsante, für ZELLER empörende Antwort: „Weil ihre Sprache dazu zu klar war!" ARON, ursprünglich ganz unbemittelt, ist 1913 als reichbegüterter Mann aus dem Leben geschieden. Aber seine beiden Herzenswünsche blieben unerfüllt, weil neben der steten Vervollkommnung seiner Zähler die Gründung und Leitung seiner Zählerfabriken in Deutschland, Österreich, England und Frankreich ihn schließlich ganz absorbierte. In seinem kräftigsten Mannesalter aber wünschte sich der merkwürdige Mann entweder Professor für Mathematik an einer kleinen deutschen Universität zu sein, oder — irgendwo Dramaturg für SHAKESPEAREsche Schauspiele!

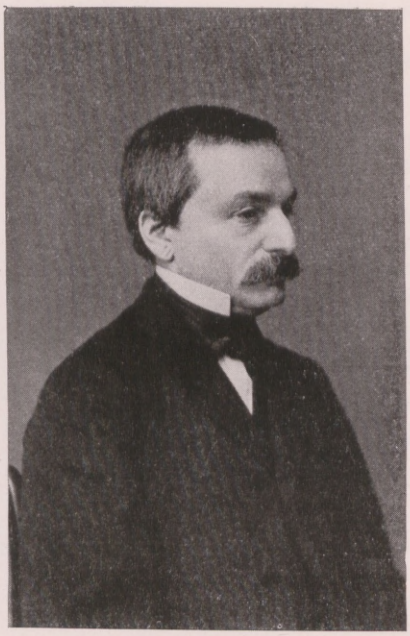
Assistenten von HELMHOLTZ, und zugleich Mitglieder der Gesellschaft, waren in jener Zeit der erst kürzlich verstorbene NEESEN, in jüngeren Jahren häufig Vortragender, eine Reihe von Jahren auch Redakteur der „Fortschritte", und P. GLAN († 1898). NEESENS Lebensabend wurde leider durch Erblindung getrübt.

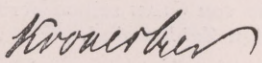
GLAN bestimmte schon kurz nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen (1896, Annalen Band 58) rechnerisch, daß Holz, Horn, Papier, Pappe, verschiedene Kohlensorten, Paraffin, Leder, Muskelsubstanz für Lichtstrahlen von sehr kurzer Wellenlänge (0,000005 mm) sehr durchlässig sein müssen, daß dagegen z. B. Knochen, Elfenbein, Gips viel stärker absorbieren müßten, daß also die Röntgenstrahlen gegen die genannten Substanzen sich verhalten wie sehr kurzwelliges Licht. Seine Ergebnisse scheinen mir von Interesse, wenn auch die längsten an eigentlichen Röntgenstrahlen bisher gemessenen Wellenlängen noch viel kleiner als die von GLAN seinen Berechnungen zugrunde gelegten Zahlen sind.

G. Wiedemann.

Dankbar muß man W. SKLAREK's gedenken († 1915), der viele Jahre hindurch den „Naturforscher", eine äußerst interessant redigierte

Sammlung von Referaten über die neuesten und wichtigsten Leistungen auf allen Gebieten der Naturwissenschaften herausgab (Originalartikel





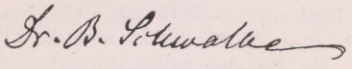
waren selten). Der einzige Referent des Blattes war SKLAREK selber, der seine Tage im Lesezimmer der Königlichen Bibliothek verbrachte, um dort die neuesten naturwissenschaftlichen Zeitschriften zu exzerpieren. Später ging das Blatt in die ebenfalls von SKLAREK herausgegebene „Naturwissenschaftliche Rundschau" über.

Freundlich und belehrend wirkte namentlich auch in den Nachsitzungen eine Reihe von Jahren O. FRÖHLICH, Leiter eines Laboratoriums von Siemens & Halske. Später behinderte zunehmende Schwerhörigkeit ihn mehr und mehr, und 1909 fand er ein jähes Ende, als er eines Tages das warnende Geläute der Feuerwehr nicht mehr hörte und von ihr überfahren wurde.

Etwa 1881 wurde HEINRICH HERTZ Mitglied der Gesellschaft. Seine Leistungen bis zu seinem allzufrühen Ende sind allbekannt. Weniger bekannt dürfte sein, wie nahe 1883 die Gefahr lag, daß HERTZ der reinen Wissenschaft verlorenging, und wem man die Abwendung dieser Gefahr verdankt. Die Stadt Berlin wollte sich damals der Einführung elektrischer Beleuchtung in größerem Maßstabe widmen. HELMHOLTZ empfahl auf die Anfrage eines Magistratsmitgliedes für die Stelle eines Beleuchtungsingenieurs HEINRICH HERTZ, und dieser verhandelte mit dem damaligen Stadtbaurat H. — HERTZ kam ziemlich mißvergnügt von einer der mündlichen Verhandlungen zu mir, geärgert, weil Herr H. immer betonte, daß man einen „jungen" Physiker suche. „Das kann doch nur heißen," meinte HERTZ, „einen schlecht bezahlten." Der Verdruß über die Art der Be- und Verhandlung — nicht über die in Aussicht stehende magere Bezahlung an sich — veranlaßte HERTZ, die Verhandlungen abzubrechen, um sich nun definitiv der reinen Wissenschaft zu widmen. Man bedenke das Unglück für Wissenschaft und Technik, wenn Herr Baurat H. diplomatisches Geschick besessen hätte!

Ein interessantes Mitglied der Gesellschaft war E. BUDDE († 1921), der noch Assistent PLÜCKER's, später Gymnasiallehrer, dann journalistischer Schriftsteller gewesen war. 1893 bis 1911 war er Direktor bei Siemens & Halske, trug auch wiederholt in der Gesellschaft über seine Untersuchungen vor. Es existieren von ihm auch eine Reihe interessanter populär-wissenschaftlicher Bücher, z. B. „Naturwissenschaftliche Plaudereien" und „Von des Regenwurms ehrbarem Lebenswandel". 1889 trat der erfindungsreiche RAPS, zuerst Assistent von KUNDT, in späteren Jahren Chefingenieur bei Siemens & Halske, Konstrukteur der ersten automatischen Quecksilberluftpumpe und zahlreicher anderer interessanter Apparate, in die Gesellschaft ein.

1890 brachte uns RUBENS und zwei Mitglieder,



die neben unserem Ehrenmitgliede Herrn WARBURG an der Herstellung der vorliegenden Festnummer beteiligt sind: Herrn PLANCK, den

Schöpfer der Quantentheorie, und den unermüdlichen Redakteur unserer „Verhandlungen und Berichte" wie der „Zeitschrift für Physik", Herrn

Werner Siemens

SCHEEL, den die Gesellschaft 1900 ebenfalls zum Ehrenmitglied ernannt hat. Auch der gemütvolle, humane LEO ARONS, der Erfinder der Quecksilberbogenlampe, trat 1890 der Gesellschaft bei. Zur selben Zeit wurde auch R. PICTET Mitglied, der zugleich mit CAILLETET zum ersten Male „permanente" Gase verflüssigt hatte. Im Norden Berlins unterhielt er ein Laboratorium für Versuche mit verflüssigten Gasen. Die Gesellschaft war zu Demonstrationen mehrfach eingeladen. Ich erinnere mich eines Demonstrationsvortrages, bei dem PICTET die dem Physiologen, weniger dem Physiker geläufige Eigenschaft des Alkohols demonstrierte, auch bei sehr niedrigen Temperaturen auf der menschlichen Haut kein Kälte-, sondern Wärmegefühl zu erregen. Den Besuchern wurde auf $-60°$ Celsius abgekühlter Kognak serviert, der im Munde nicht als kalt empfunden wurde. Sein Assistent war Dr. ALTSCHUL, ebenfalls Mitglied der Gesellschaft, den die Explosion eines Glasballons des einen Armes beraubt hatte. Er blieb trotzdem der Wissenschaft treu und erwarb sich so große Geschicklichkeit im Gebrauche der ihm verbliebenen Hand, daß er sowohl PICTET weiter unterstützen, als auch eigene experimentelle Untersuchungen ausführen konnte. Einen Teil seiner Experimente hat er in der Physikalischen Gesellschaft demonstriert.

Ein wesentlicher Teil der Gesellschaftsbetätigung bestand von Anbeginn in ihren mündlichen Verhandlungen, denen seit 1882 gedruckte Berichte über diese Verhandlungen folgten. Selbstverständlich wechselten die Themata der Verhandlungen je nach den Interessen und Arbeiten der einzelnen Mitglieder, natürlich bei Referaten namentlich auch gemäß den Objekten, die die Wissenschaft jeweils im allgemeinen bewegten. Sehr wenig beliebt und beachtet waren eine lange Reihe von Jahren hindurch Vorträge über elektrische Entladungen. Ein hervorragendes Mitglied der Gesellschaft bat mich in herzlichem Wohlwollen, doch von diesem Arbeitsgebiet Abstand zu nehmen, „es käme da doch nichts heraus", und ein ebenso bedeutendes Mitglied, mit dem ich persönlich befreundet war, argumentierte: „Deine Arbeiten beziehen sich auf Erscheinungen im leeren Raume; einen leeren Raum gibt es auf der Erde in der freien Natur nicht; also können deine Arbeiten niemals eine Bedeutung für die Menschheit haben." Viele Jahre war in Berlin HELMHOLTZ der einzige entschiedene Anhänger meiner Arbeiten. Erst nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen fand das ganze Gebiet vermehrtes Interesse in weiten Kreisen der Physiker.

Die Physikalische Gesellschaft hat eine ganze Reihe von Sitzungen gehabt, die besonderes Interesse boten. Da war, um nur einzelne solcher Sitzungen zu erwähnen, der Abend, an welchem

Ed. Hagenbach

man erstaunt aus einem Zimmer durch zwei geschlossene Türen hindurch, die nur ein Draht durchsetzte, zum erstenmal mittels des Telephons

deutlich die menschliche Sprache hörte. Wenige Jahre später sprach man in Nordamerika vom Atlantischen zum Stillen Ozean. Da war ferner

Dr. Wilh. v. Bezold.

der Abend, an welchem HELMHOLTZ, als er von HERTZ die Entdeckung der elektrodynamischen Wellen brieflich erfahren hatte, die Verlesung des Briefes mit den Worten einleitete: „Meine Herren! Ich habe Ihnen heute die wichtigste physikalische Entdeckung des Jahrhunderts mitzuteilen." Lebhaftes Interesse erweckte auch die erste Vorführung des Phonographen. Es war DU BOIS-REYMONDS Stimme, die für die Mitglieder zum erstenmal aus dem Apparat wieder heraustönte. — Zu den eindrucksvollsten Darbietungen gehörte die von Herrn WARBURG vermittelte Vorführung der ersten Original-Röntgenbilder beim fünfzigjährigen Stiftungsfest der Gesellschaft (4. Januar 1896). Von Interesse war auch die an jenem Abend erfolgte Vorführung eines Luftballonkorbes mit der wissenschaftlichen Ausrüstung, wie die Mitglieder der Gesellschaft BASCHIN, BÖRNSTEIN und BERSON bei ihren Luftfahrten sie benutzt hatten. Interesse erregte besonders die Anwesenheit BERSONS, des „höchsten Menschen", der am 4. Dezember 1894 die Höhe von 9150 m über dem Meere bei 231 mm Luftdruck und $-47{,}9°$ Lufttemperatur erreicht hatte. Auch der Registrierapparat eines Freiballons wurde demonstriert, der Höhen bis zu 20 000 m bei Temperaturen bis $-68°$ erreicht hatte. Um die Konstruktion der Apparate für die erwähnten Registrierungen hatte sich besonders ASSMANN verdient gemacht.

Am 7. Januar 1905 wurde unter dem Vorsitz von Herrn WARBURG das sechzigjährige Bestehen der Gesellschaft gefeiert. Es war ebenfalls mit einer Ausstellung und einer Vorführung von Versuchen verbunden. Von Demonstrationen, die damals besonderes Interesse erregten, erwähne ich das von Herrn KREUSLER vorgeführte DEWARsche Verfahren zur Herstellung eines hohen Vakuums mittels Holzkohle und flüssiger Luft, von Ausstellungsobjekten das prachtvolle HAUSWALDTsche Tafelwerk, das auf zahlreichen Blättern großen Formates äußerst scharfe photographische Aufnahmen von Interferenzerscheinungen im polarisierten Licht an Krystallplatten zeigte. — HAUSWALDT's († 1909) Munifizenz hat das Werk später auch einer Anzahl physikalischer Institute überwiesen.

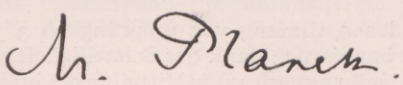
Aber auch tieftraurige Tage hat die Gesellschaft erlebt, wenn ganz besonders hervorragende Mitglieder dem Leben entrissen wurden: den Entdecker der Spektralanalyse KIRCHHOFF verlor die Gesellschaft 1887; WERNER SIEMENS, der hochherzige Begründer der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt starb 1892. Ganz besonders herbe Verluste brachte das Jahr 1894. Sein erster Tag entriß uns HEINRICH HERTZ, wenige Monate später starb KUNDT, und am 8. September der Größte der Großen, HELMHOLTZ. Mindestens für seine

W. Foerster.

ihm persönlich nahegetretenen Schüler brachte sein Hinscheiden sicher eine der schmerzlichsten Empfindungen ihres Lebens. Denn der Erhaben-

heit seines Geistes kam auch die Größe seines Charakters gleich.

Am 25. Dezember 1896 verlor die Gesellschaft



DU BOIS-REYMOND, ihren allverehrten Ehrenpräsidenten. In ihm schied der letzte noch überlebende Begründer der Gesellschaft aus dem Leben. Er vereinigte in sich den Physiologen, Physiker und Philosophen. Berühmt war auch seine glänzende und eindrucksvolle Darstellungsweise. Für die Überlebenden tritt sie noch in seinen Gesammelten Reden (Leipzig 1886) hervor.

Noch lebt auch in allen, die P. DRUDE, den anscheinend stets heiter gestimmten, burschikosen guten Kameraden seiner Schüler, gekannt haben, der Schmerz über den rätselhaften Ausgang seines Lebens. Und obwohl meine Berichtszeit nur eine weit zurückliegende Zeit umfassen sollte, möchte ich doch auch der Trauer Ausdruck geben, die wir über den Verlust des vor wenigen Jahren von tückischer Krankheit dahingerafften RUBENS empfinden.

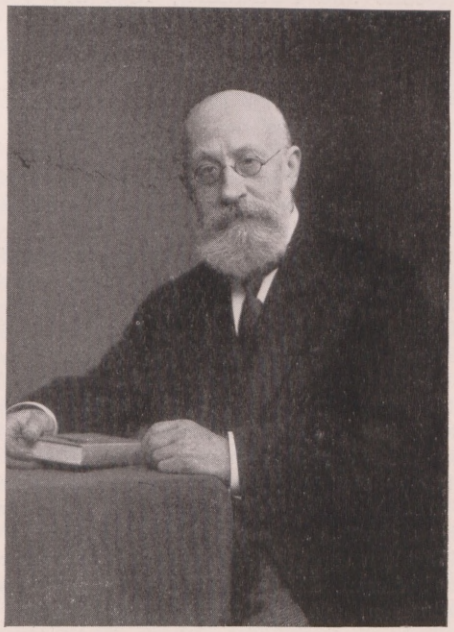
Wer die Mühe kennengelernt hat, die mit der Herstellung der überaus nützlichen „Fortschritte der Physik" verbunden war, wird pietätvoll und dankbar auch der schon dahingeschiedenen Männer gedenken, die als Redakteure der „Fortschritte" wirkten. Ich nenne aus meiner Mitgliedszeit außer dem schon erwähnten NEESEN noch SCHWALBE, A. KOENIG, ROSOCHATIUS, BUDDE, BÖRNSTEIN und ASSMANN.

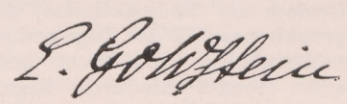
Ich schließe meine Mitteilungen aus der Vergangenheit der Gesellschaft. Für ihre Zukunft rufe ich ihr vertrauensvoll ein „Vivat, crescat, floreat!" zu.

Die literarischen Hilfsmittel der Physik.

Von KARL SCHEEL, Berlin-Dahlem.

1. Bis vor einem Vierteljahrtausend wurden physikalische wie allgemein alle naturwissenschaftlichen Forschungsresultate ausschließlich in Monographien bekannt gegeben. Als erste *Zeitschrift* können die Philosophical Transactions gelten, welche die Royal Society of London vom Jahre 1665 an regelmäßig mit dem ausgesprochenen Zwecke erscheinen ließ, den Forschern auf naturwissenschaftlichem Gebiete die Veröffentlichung ihrer eigenen und die Kenntnisnahme fremder Arbeiten zu erleichtern. Dem Beispiel der Royal Society folgten später alle übrigen gelehrten Gesellschaften, 1710 die Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1726 die Petersburger Akademie, 1835 die Pariser Akademie u. a. m., zunächst Europas, dann auch Amerikas und anderer Erdteile. In allen diesen Gesellschaftsschriften ist die Physik in höherem oder geringerem Grade mit anderen Disziplinen vereinigt; sie nimmt einen breiten Raum ein z. B. in den Philosophical Transactions of London, in den Comptes rendus der Pariser, in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie, in manchen anderen Akademieschriften wieder tritt sie zugunsten der übrigen naturwissenschaftlichen Fächer stark zurück.





Am Ende des 18. Jahrhunderts fängt sodann eine neue Art des Publizierens an. In ganz kurzer Folge beginnen in den drei großen Weltsprachen

Zeitschriften im heutigen Sinne zu erscheinen: 1789 in Frankreich die Annales de chimie (später Annales de chimie et de physique; jetzt Doppelpublikation: Annales de chimie und Annales de physique), 1790 in Deutschland das Journal der Physik (später Gilberts Annalen, Poggendorffs Annalen, Wiedemanns Annalen, Annalen der Physik), 1798 in England das Philosophical Magazine, welches überwiegend die Förderung der beiden großen Schwesternwissenschaften der Physik und der Chemie übernehmen. Diese Zeitschriften beschränken sich vielfach nicht darauf, ausschließlich Originalartikel zu bringen, vielmehr übermitteln sie auch häufig durch Übersetzungen ihren Lesern die Fortschritte, welche in anderen Ländern gemacht worden waren. Als Beispiel möge erwähnt werden, daß die Veröffentlichungen REGNAULTS, FIZEAUS u. a. m. in den älteren Jahrgängen der deutschen Annalen zu finden sind. Erst allmählich erstarkt die Physik so, daß für chemische Arbeiten kein Raum mehr in ihren Zeitschriften ist; die Poggendorffsche und die Wiedemannsche Serie führen die Bezeichnung Annalen der Physik und Chemie vielfach nur noch im Anschluß an die älteren Verhältnisse; die Chemie schafft sich neue, an Bedeutung ständig wachsende Publikationsorgane. So entstehen 1832 Liebigs Annalen der Pharmazie (später Annalen der Chemie und Pharmazie), 1834 das Journal für praktische Chemie u. a. m.

Das mächtige Anwachsen der physikalischen Wissenschaft läßt alsbald den Umfang der bestehenden Zeitschriften zu klein erscheinen. Es beginnt eine Periode des Absplitterns und des Selbständigwerdens von Disziplinen, welche ihre Wurzeln nicht mehr in der reinen Physik, sondern in den Grenzgebieten mit anderen Wissenschaften besitzen. Neue Zeitschriften entstehen in großer Zahl; von den hauptsächlichen deutschen Blättern mögen hier nur die folgenden genannt werden: Jahrbuch für Mineralogie (1830), Zeitschrift für Mathematik und Physik (1856), Meteorologische Zeitschrift (1866), Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie (1877), Elektrotechnische Zeitschrift (1880), Zeitschrift für Instrumentenkunde (1881), Zeitschrift für physikalische Chemie (1887), Zeitschrift für Elektrochemie (1894). Aber auch auf dem Gebiete der reinen Physik vermögen die drei großen Zeitschriften allen Wünschen nicht mehr zu genügen. Vielfach liegt das daran, daß sie sich allzu sehr mit dem Abdruck längerer Arbeiten befassen. Die Forschung verlangt aber nach Zeitschriften, welche kurze Mitteilungen über neue Entdeckungen, wie solche z. B. heutigestags auf dem Gebiete der Radioaktivität, der drahtlosen Telegraphie usw. an der Tagesordnung sind, schnell veröffentlichen und nicht erst wegen Raummangels Monate hindurch liegen lassen müssen, bis sie vielleicht von anderer Seite überholt sind. Soweit sich nicht die Akademieschriften, teils durch Ausgabe neuer Publikationsorgane, diesen veränderten Verhältnissen anpassen (Berliner Sitzungsberichte, Comptes rendus, Proceedings of the Royal Society of London, Proceedings of the Cambridge Society u. a. m.), führt das zur Gründung neuer Zeitschriften, die das Verlangte mit größerem oder geringerem Erfolg zu leisten imstande sind.

Am meisten springen diese Verhältnisse in Deutschland in die Augen. Die alte ehrwürdige Zeitschrift, die Annalen der Physik, welche bis vor noch gar nicht allzu langer Zeit das gesamte physikalische Leben in Deutschland in sich vereinigte, büßt an Aktualität der Berichterstattung mehr und mehr ein. Diese Aufgabe haben mit Beginn des neuen Jahrhunderts zwei Zeitschriften, die Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und die Physikalische Zeitschrift, übernommen. Während sich aber die Physikalische Zeitschrift dieser Aufgabe durch die größere Betonung zusammenfassender Berichte mehr und mehr entfremdete, ja in neuester Zeit durch die Verschmelzung mit dem Jahrbuch der Radioaktivität und Elektrotechnik diesem referierenden Teil einen immer größer werdenden Platz einräumt, wird den „Verhandlungen" das zur Verfügung stehende Kleid sehr bald zu eng. Ihre Rolle nimmt im Jahre 1920 die unter der Führung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ausgebaute Zeitschrift für Physik, die sich auf ihrem Titelblatt ausdrücklich als Ergänzung zu den „Verhandlungen" bezeichnet. Aus dem bescheidenen Umfang von ursprünglich 3 Jahresbänden hat sie sich dank der Schnelligkeit des Abdrucks der ihr anvertrauten Mitteilungen inzwischen auf den doppelten, ja dreifachen Umfang eingestellt.

In der Physik vollzieht sich also genau die gleiche Wandlung, welche die Chemie bereits vor längerer Zeit durchgemacht hat: der große Umfang der einzelnen Arbeiten in den führenden Zeitschriften (Liebigs Annalen und anderer) und die dadurch verlangsamte Publikationszeit zwingt die Forscher zur Abwanderung und veranlaßt sie, ihr Interesse den im Jahre 1868 gegründeten Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft, die kurze Mitteilungen schnell abdrucken, zuzuwenden. In dieser Hinsicht ist also der Entwicklungsgang der Chemie für denjenigen der Physik vorbildlich geworden.

2. Welche Hilfsmittel stehen nun dem Forscher zu Gebote, um sich in der so überaus vielseitigen Literatur zurechtzufinden, wenn es gilt, etwa eine neue Arbeit zu beginnen oder erhaltene Resultate auf ihre Priorität zu prüfen? Bis vor wenigen Jahrzehnten lieferten die großen Kompendien der Physik die ersten Fingerzeige. Sorgfältig eingeflochtene Zitate leiteten vielleicht auf einen Forscher hin, der sich neuerdings mit den gleichen oder ähnlichen Erscheinungen beschäftigt hatte, und es war meist nicht schwer, von hier aus den Weg rückwärts und vorwärts zu verfolgen. Diese Methode des Suchens hat längst an Wirksamkeit eingebüßt. In vielen Zweigen der Physik, insbesondere auch der neuerdings zu großer Be-

deutung gelangten technischen Physik, in denen sich — wieder sei an die Radioaktivität und an die drahtlose Telegraphie, aber auch an den Ausbau der Atomtheorie erinnert — die Entdeckungen überstürzen, sind die großen Kompendien oft bereits veraltet, wenn sie auf den Büchermarkt kommen.

Hier ernten wir heute die Früchte der weit vorausschauenden Tätigkeit der im Jahre 1845 gegründeten Physikalischen Gesellschaft zu Berlin, der Mutter der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, die in diesen Tagen ihr achtzigstes Lebensjahr vollendet. Als ihre Hauptaufgabe betrachtete die junge Gesellschaft die Herausgabe eines Referatenblattes, das in Jahresbänden über die physikalische Literatur der ganzen Welt lückenlos berichten sollte. Diese Jahresberichte traten als „Fortschritte der Physik" alsbald unter G. KARSTENS Redaktion ins Leben; der erste Jahrgang über das Jahr 1845 erschien 1847, und wir finden in den Mitarbeiterlisten dieser und der folgenden Bände zahlreiche Namen von gutem Klang; BEETZ, BRÜCKE, BUYS-BALLOT, CLEBSCH, DU BOIS-REYMOND, HELMHOLTZ, KIRCHHOFF, SIEMENS und viele andere verschmähten es nicht, ihre Arbeitskraft in den Dienst einer guten Sache zu stellen.

Soll ein Referentenorgan seinen Zweck erfüllen, so muß es die Literatur nicht nur vollständig umfassen, sondern muß auch dafür sorgen, daß sie so schnell wie möglich zur allgemeinen Kenntnis kommt. Das ist für den Redakteur, der vom guten Willen seiner Mitarbeiter abhängig ist, keine leichte Aufgabe, und auch KARSTEN scheint dieser Schwierigkeit nicht gewachsen gewesen zu sein. Er selbst klagt schon im 4. Bande der „Fortschritte", der über das Jahr 1848 berichtete, aber erst 1852 erschien, bitter über die Verzögerung, und die einmal entstandene Lücke mußte sich naturgemäß noch vergrößern, als nach KARSTEN in kurzer Folge mehrere andere Gelehrte das schwierige Redaktionsgeschäft übernahmen. Die „Fortschritte der Physik" büßten mehr und mehr an Aktualität ein und bereiteten dadurch einem neuen Unternehmen den Boden, das im Jahre 1877 als „Beiblätter" zu den „Annalen der Physik und Chemie" im Verlage von Johann Ambrosius Barth in Leipzig auf den Plan trat. Die „Beiblätter" haben zu keiner Zeit eine lückenlose Erfassung der physikalischen Weltliteratur für sich in Anspruch genommen, wohl aber brachten sie das Material, über welches sie überhaupt berichteten, mit bemerkenswerter Schnelligkeit zur Kenntnis ihrer Leser. So geschah es, daß immer mehr und mehr Freunde aus dem Lager der „Fortschritte" in dasjenige der „Beiblätter" übertraten, und da inzwischen die Spanne zwischen Berichtsjahr und Erscheinungsjahr bei den „Fortschritten" zeitweilig auf 7 Jahre angewachsen war, so schien die Krisis unvermeidlich zu sein, als im Jahre 1893 der bisherige treue Verleger der „Fortschritte", GEORG REIMER, das Maß seiner pekuniären Opfer für voll erklärte und der Gesellschaft den Verlagsvertrag kündigte. In dieser Zeit der höchsten Not erstand ein Retter in der Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig. Die Firma erklärte sich zur Weiterführung der „Fortschritte" bereit, wenn sich Männer fänden, welche die nötige Energie besäßen, im Verein mit ihr die ungeheure zeitliche Lücke zu schließen und die Jahresberichte wieder zu einem aktuellen Unternehmen zu gestalten. Und diese tatkräftigen Männer fanden sich wirklich: RICHARD ASSMANN, der schon eine Reihe von Jahren die dritte Abteilung der „Fortschritte", die kosmische Physik, betreute, und RICHARD BÖRNSTEIN, der mit der Reorganisation der Jahresberichte neu in die Redaktion eintrat. Es wurde vereinbart, daß man sofort mit der Bearbeitung des laufenden Jahrgangs beginnen und den Bericht im darauf folgenden Kalenderjahre herausbringen sollte. Daneben aber sollte, mit dem ältesten rückständigen Jahrgange anfangend, die Zwischenzeit aufgearbeitet werden. ASSMANN und BÖRNSTEIN haben diesen Plan im Verein mit einem zahlreichen Stabe treuer Mitarbeiter mit Hingebung und Selbstverleugnung restlos verwirklicht. Im Jahre 1899 war die Lücke geschlossen, und die „Fortschritte" erschienen von da ab regelmäßig bis spätestens November mit den Berichten über das verflossene Jahr.

Trotz der beschleunigten Herstellung liegt eine unvermeidbare Verzögerung im Wesen eines Jahresberichts begründet. Eine wissenschaftliche Veröffentlichung, die etwa im Januar erscheint, findet ihre Erledigung ungünstigenfalls erst in einem Ende des nächsten Jahres ausgegebenen Bande. Um diese Unzuträglichkeit abzuschwächen und die für die „Fortschritte der Physik" laufend zu leistenden Vorarbeiten den Gelehrten nutzbar zu machen, wurde im Jahre 1902 das „Halbmonatliche Literaturverzeichnis der Fortschritte der Physik" begründet, das die Titel aller physikalischen Veröffentlichungen schnellstens bekannt geben sollte.

So bestanden denn seit dem Jahre 1902 drei physikalische Referatenblätter in deutscherSprache die „Fortschritte" nebst dem „Halbmonatlichen Literaturverzeichnis" und die „Beiblätter", und alle drei haben trotz mancher Schwierigkeiten den Weltkrieg überdauert. Wohl wurden Stimmen laut, welche aus der Not der Zeit heraus die Einschränkung des dreifachen Luxus forderten, ohne aber dafür einen gangbareren Weg angeben zu können. Da erfolgte um die Mitte des Jahres 1919 die Gründung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik, und es wiederholte sich bei ihr derselbe Vorgang wie bei der Gründung der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. Um auf dem eigenen Arbeitsgebiete erfolgreich weiterbauen zu können, bedurfte man eines Referatenorganes, welches alle Zweige der technischen Physik umfaßte. Die Industrie hatte für ein solches Unternehmen nicht unbeträchtliche Geldmittel zur Verfügung gestellt; man hätte vielleicht zu dem besonderen Zweck noch ein viertes physikalisches

Referatenorgan schaffen können, aber die maßgebenden Persönlichkeiten glaubten zunächst noch einmal den Versuch machen zu sollen, die drei schon bestehenden Zeitschriften zu einer zu verschmelzen und den allseitigen Wünschen entsprechend umzugestalten. Dieser Versuch gelang und so entstand aus den drei vorhandenen unter der gemeinsamen Führung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für technische Physik ein neues Organ, die „Physikalischen Berichte", deren erstes Heft am 1. Januar 1920 ausgegeben wurde.

Die Physikalischen Berichte wollen die Vorzüge aller drei bisherigen deutschen Referatenorgane in sich vereinigen. Sie wollen die physikalische Weltliteratur restlos erfassen und über sie in halbmonatlich erscheinenden Heften möglichst schnell berichten. Sie ermöglichen aber auch durch ein ausführliches Namen- und Sachregister am Schluß jedes Jahres ein bequemes Nachschlagen der erschienenen Literatur.

Ähnliche Ziele wie die Physikalischen Berichte verfolgen die unter der Ägide der Physical Society of London herausgegebenen Science Abstracts. Ein gleichwertiges Referentenorgan in französischer Sprache gibt es noch nicht. Der Literaturnachweis im Journal de physique ist nur ein erster, noch unvollkommener Schritt auf diesem Wege.

3. Eine Anzahl von Zeitschriften hatte es sich zur Aufgabe gemacht, die Übersicht über einzelne Wissenszweige durch zusammenfassende Berichte zu erleichtern. Soweit sich diese Zeitschriften lediglich auf die Physik und ihre Grenzgebiete beschränkten, sind sie größtenteils der Not der Zeit zum Opfer gefallen. Die wohl am meisten verbreitete Zeitschrift dieser Art, das Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik, ist mit Beginn des Jahres 1924 mit der Physikalischen Zeitschrift vereinigt. Dagegen sind Zeitschriften allgemein naturwissenschaftlichen Inhalts selbst unter der Ungunst der Verhältnisse zu großer Blüte gelangt. Wir nennen hier nur die von wissenschaftlichem Geiste getragenen „Naturwissenschaften" in Deutschland und „Nature" in England, die beide der Physik einen breiten Raum geben.

Auch zusammenfassende Berichte in Buchform (oft in Form von Sammlungen, wie z. B. Die Wissenschaft und die Sammlung Vieweg bei Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges. Aus Natur und Geisteswelt und Sammlung mathematisch-physikalischer Lehrbücher bei B. G. Teubner, Wissen und Können bei Joh. Ambr. Barth, Scientia bei Gauthier Villars, Attualità Scientifiche bei Nicola Zanichelli und viele andere, von denen allerdings manche in neuerer Zeit nicht mehr fortgesetzt worden sind) wird der Physiker als ein wertvolles Hilfsmittel für seine Forschung stets dankbar begrüßen.

4. Der vorliegende Bericht würde unvollkommen sein, wollte man nicht noch einer Hilfsquelle gedenken, welche der Physiker längst nicht mehr entbehren kann: das sind Zusammenstellungen physikalischer Konstanten, wie sie mehrfach im Gebrauch sind. Insbesondere gehören die bekannten Landolt-Börnsteinschen Tabellen zu dem dauernden Rüstzeug eines jeden Physikers, einesteils wegen der Reichhaltigkeit des gebotenen Materials, andererseits besonders deswegen, weil in ihnen jeder aufgeführten Zahl das Zitat der Quelle beigefügt ist, aus welcher sie stammt. In sehr vielen Fällen wird hierdurch der Weg gewiesen, auf dem man sich in der gewaltigen Fülle der der eigenen Arbeit verwandten Veröffentlichungen zurechtfinden kann.

Im Jahre 1912 begann ein neues, groß angelegtes Werk zu erscheinen, die Tables annuelles de constantes et données numériques, welches die unter Mitwirkung von Gelehrten der ganzen zivilisierten Welt gesammelten experimentellen Daten für je ein Jahr sachlich geordnet zusammenstellte. Der erste Band mit 726 Seiten Großquart umfaßte das Berichtsjahr 1910. Es folgten die Jahre 1911, 1912 und während des Krieges der Jahrgang 1913, der auch noch die Arbeit deutscher Gelehrter verwertete. Wie bei vielen anderen wissenschaftlichen Unternehmungen glaubte man aber auch hierbei für die Folge auf die Mitwirkung der deutschen Physiker und Chemiker verzichten zu sollen — wenigstens offiziell. In Wirklichkeit hat es nicht an Versuchen gefehlt, die deutsche Hilfe auf Umwegen zu erkaufen, doch ist diese Zumutung überall mit Entrüstung zurückgewiesen worden. Es ist dann noch ein Doppelband über die Kriegsjahre 1914 bis 1918 erschienen; seitdem wurde es still, und die Tables annuelles werden vermutlich ein Torso bleiben, dem niemand eine Träne nachweinen wird.

5. Mit Beginn des neuen Jahrhunderts sollte der Physik, gleich allen naturwissenschaftlichen Schwesternwissenschaften, ein neues Hilfsmittel für die Forschung erstehen, indem mit diesem Zeitpunkte der von der Royal Society of London inaugurierte und von fast allen Kulturstaaten mit großen Mitteln subventionierte International Catalogue of the Scientific Literature zu erscheinen begann. In dem Katalog wurden die Titel aller naturwissenschaftlichen Arbeiten eines Jahres gesammelt und nach Materien sowohl wie nach Namen geordnet abgedruckt; ein besonderer Band war der Physik gewidmet.

Die deutsche Physik hat dies ihr aufgezwungene Hilfsmittel als unbequem und überflüssig von Anfang an abgelehnt, so daß es schwer hielt diejenigen Exemplare des Katalogs, zu deren Abnahme sich das Deutsche Reich verpflichtet hatte, in deutschen Gelehrtenkreisen unterzubringen. Mit Kriegsbeginn stellte das für die Vorarbeiten des Katalogs tätige vielköpfige deutsche Bureau seine Arbeit ein, und es ist dem Berichterstatter nicht bekannt geworden, ob damit auch der internationale Katalog ein unrühmliches Ende gefunden hat oder ob er seitdem durch Ausschluß deutscher Wissenschaft zu erhöhter Bedeutung gelangt ist.

Gustav Magnus[1]).

Von PETER PRINGSHEIM, Berlin.

Den Grundstock der Sammlung des Berliner physikalischen Instituts bilden jene Apparate, die aus der Zeit von GUSTAV MAGNUS stammen; ihre Zahl ist gar nicht gering, im Inventarbuch werden 536 Nummern aufgeführt, und zwar sind es die Nummern 1—536. Denn MAGNUS ist der Begründer der Apparatesammlung, wie er auch der Begründer des Instituts ist. Vor ihm gab es zwar schon an der Berliner Universität Professoren für Experimentalphysik; aber es gab kein physikalisches Laboratorium, und die Vorlesungen, im wesentlichen Beschreibung der Erscheinungen und theoretische Erläuterungen, wurden nur höchst selten durch eine experimentelle Vorführung illustriert, nur dann nämlich, wenn sich die betreffende Apparatur zufällig im Privatbesitz der Dozenten befand. Erst MAGNUS schuf hier eine Änderung; er erkannte die ungeheure Wichtigkeit des Demonstrationsexperiments, das in möglichster Vielseitigkeit die bloße Beschreibung ersetzt und so den Studierenden in lebendigen Kontakt mit den ihm zu erklärenden Naturphänomenen bringt; und was praktisch von noch größerer Wichtigkeit ist: er gewann nicht nur für sich selbst diese Erkenntnis, sondern er wußte auch den ihm vorgesetzten Minister von ihrer Richtigkeit zu überzeugen und für eine Sache zu gewinnen, die — so selbstverständlich sie uns heute vorkommt — damals, vor allem dem Fernerstehenden, als ganz neuartig und ungewohnt erscheinen mußte. Vom Jahre 1833 ab wurde ihm ein jährlicher Etat von 500 Talern für die Anschaffung und Instandhaltung von Vorlesungsapparaten bewilligt. Besonders hoch ist dieser sein ganz persönlicher Erfolg zu bewerten, wenn man sich vergegenwärtigt, daß er ihn nicht als älterer schon hochangesehener Professor errang, sondern als einunddreißigjähriger Privatdozent.

Es ist nicht meine Absicht, hier ein Bild von dem gesamten Wirken GUSTAV MAGNUS' zu geben oder seine wissenschaftlichen Leistungen im einzelnen zu würdigen; ich könnte da nur in unvollkommenerer Weise wiederholen, was HELMHOLTZ, der vieles davon aus eigenem Miterleben kannte, so formvollendet in seiner Gedächtnisrede gesagt hat, die er in der Berliner Akademie auf seinen Vorgänger gehalten hat, und die in seinen populärwissenschaftlichen Vorträgen abgedruckt ist. Auf ein Factum — das dort übrigens unerwähnt bleibt — möchte ich aber doch besonders hinweisen, weil — wenn auch nicht direkt unsere physikalische Gesellschaft angehend — es sich dabei um eine Institution handelt, die aufs nächste mit ihr verknüpft ist. Wenn unsere Gesellschaft, zu deren Gründern MAGNUS natürlich auch gehörte, in diesen Tagen ihr achtzigstes Stiftungsfest begeht, so hätte unser physikalisches Kolloquium — ein bescheidenerer aber nicht unwürdiger älterer Bruder — den gleichen ehrwürdigen Geburtstag schon vor zwei Jahren feiern dürfen. Im Jahre 1843 wurde diese Einrichtung durch MAGNUS ins Leben gerufen, die, immer weiter sich ausdehnend, so ungemein anregend für den naturwissenschaftlichen Betrieb in Berlin werden sollte. Damals freilich war es noch ein kleiner Kreis, der sich jede Woche einmal zu Referat und Diskussion um MAGNUS versammelte, kaum mehr als etwa 10 Teilnehmer, während heute unser kleinerer Hörsaal mit seinen 100 Plätzen oft nicht ausreicht für die sich drängende Menge der Interessierten. Doch wenn auch ihre Zahl relativ gering war, finden wir dafür unter den Vortragenden der ersten Kolloquiumsjahre die Namen von BEETZ, DU BOIS-REYMOND, CLAUSIUS, BAEYER, GROTH, KIRCHHOFF, KNOBLAUCH, KUNDT, PALTZOW, QUINCKE, R. WEBER, G. WIEDEMANN, WARBURG, WÜLLNER — einen unverhältnismäßigen großen Bruchteil jener Physikergeneration, die um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts in Deutschland heranwuchs.

Erst wesentlich später, gegen das Ende von MAGNUS' Laufbahn zu, erfolgte ein weiterer wichtiger Schritt in der Gründungsgeschichte unseres Instituts. Wiederum gelang es dem nun freilich schon allgemein anerkannten Gelehrten die maßgebenden Behörden von der Richtigkeit des von ihm selbst als notwendig erkannten zu überzeugen, von dem Bedürfnis nämlich nach einem Forschungslaboratorium, in dem junge angehende Physiker zu ihrer Ausbildung sich mit selbständigen experimentellen Arbeiten beschäftigen können. Im Sommer 1863 wurde dieses Laboratorium eröffnet, zunächst in Räumen des Magnusschen Wohnhauses — des noch heute stehenden KNOBELSDORFF zugeschriebenen hübschen Rokokobaues am Kupfergraben 7. Das Jahr 1863 ist also wohl als das eigentliche Gründungsjahr des Berliner physikalischen Instituts zu bezeichnen. Die letzte Krönung seines Werkes, die Errichtung eines eigenen Institutsgebäudes erlebte MAGNUS nicht mehr; die Ausführung dieses von ihm lange gehegten Planes, und zwar unter weitgehender Berücksichtigung der von ihm bis ins einzelne durchdachten Entwürfe blieb seinem Nachfolger HELMHOLTZ vorbehalten.

Bei seinem im Jahre 1870 erfolgten Tode hinterließ MAGNUS außer seiner Bibliothek auch die ganzen in seinem Privatbesitz befindlichen Apparate der Universität, so daß die von ihm angelegte Sammlung des Instituts noch ein letztes Mal durch ihn in ihrem Bestand um einen wertvollen Zuwachs

[1]) Vortrag, gehalten in der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin gelegentlich der Vorführung der Originalapparate zur Demonstration des Magnuseffektes.

bereichert wurde. Natürlich ist heute nicht mehr die Gesamtheit dieser Geräte im Gebrauch: manches ist veraltet, manches im Laufe der Jahre zu anderen Zwecken umgearbeitet worden und so verlorengegangen; vor allem gilt das für die relativ noch unvollkommenen Meßinstrumente jener Zeit. Dagegen sind gerade von den eigentlichen Demonstrationsapparaten, denen MAGNUS seine ganz besondere Sorgfalt zugewandt hatte, auch jetzt noch viele in unserer Vorlesung über Experimentalphysik durch nichts Besseres zu ersetzen. Für das aufmerksame Auge sind diese Apparate leicht aus der Menge der späteren herauszukennen durch ihre liebevolle, ans Künstlerische grenzende Ausführung, man möchte fast sagen im Biedermeierstil — besonders was die schönen, stets prächtig polierten Holzteile betrifft. — Unter diesen immer wieder vorgeführten Apparaten befindet sich eine Serie von Kreiselmodellen unterschiedlicher Gestalt, zur Veranschaulichung diverser Kreiseleigenschaften geeignet, von denen ich eines besonders hervorheben möchte, weil es in einer uns weiter noch interessierenden Arbeit von MAGNUS aus Poggendorffs Annalen 1853: „Über die Abweichung der Geschosse und: über eine auffallende Erscheinung bei rotierenden Körpern" beschrieben und auch abgebildet ist. Das Modell trägt auf der Bildertafel, die hier originalgetreu wiedergegeben wird, die Nummer 6 und hat, wie ersichtlich, ungefähr die Form eines gestreckten Spitzgeschosses, etwa eines Schrapnells, das als Kreisel um seine Längsachse rotieren kann, aber — in kardanischer Aufhängung — auch um alle anderen Achsen frei beweglich ist. Der Kreisel dient zur Demonstration der Präzissionsbewegung, die ein Ausweichen der Spitze nach rechts zur Folge hat, wenn bei rechtsläufiger Umdrehung um die horizontal gestellte Achse ein beinahe horizontal nur wenig von unten gegen die Spitze blasender Luftstrom einen aufwärts gerichteten Druck auf sie ausübt. Das ist die Ursache, auf die von MAGNUS die stets auftretende Rechtsabweichung von Spitzgeschossen zurückgeführt wurde, die aus einem gezogenen Lauf mit Rechtsdrall abgefeuert werden — ein Problem, das heute für die Ballistik noch genau so aktuell ist wie im Jahre 1853. Daher hatte sich die Tradition dieses Versuches auch erhalten, er wurde bei der Behandlung der Lehre vom Kreisel in der Vorlesung alljährlich vorgeführt. — Für die Verwendung eines anderen Kreisels dagegen, der offensichtlich der gleichen Serie von Modellen angehörte, war — zumindesten im Verlaufe der letzten zwanzig Jahre — die Tradition verlorengegangen: es war das ein Hohlzylinder aus Messing von etwa 8 cm Höhe und 5 cm Durchmesser, der zwischen zwei auf einem Metallring befestigten Spitzen laufend außer der Möglichkeit der Rotation um seine Achse keine weitere Bewegungsfreiheit besitzt. Erst als durch das große Aufsehen, welches das Flettnersche Rotorschiff in der Öffentlichkeit erregte, die Aufmerksamkeit auf den bei den meisten wohl in Vergessenheit geratenen „Magnuseffekt" und somit auch auf die oben zitierte Magnussche Publikation gelenkt wurde, gelang es leicht durch Vergleich mit der sehr minutiös und exakt ausgeführten Figurentafel den fraglichen Kreisel mit dem von MAGNUS damals beschriebenen zu identifizieren. Es handelt sich hier um die Veranschaulichung einer zweiten möglichen Ursache für die Abweichung der Geschosse von der geraden Flugbahn; und zwar betrifft diese im Gegensatz zum oben besprochenen Falle kugelförmige Projektile, die — etwa infolge einer zufälligen Verlagerung des Schwerpunkts gegen den Kugelmittelpunkt — beim Abfeuern des Geschützes neben der Translationsbewegung eine Rotation um eine irgendwie gegen die Schußrichtung orientierte Achse mitgeteilt bekommen. Daß tatsächlich diese — hier zufällige — Drehbewegung in ihrer Zusammenwirkung mit dem einseitig auf die fliegende Kugel wirkenden Luftzug die Ursache für die bis dahin ganz unerklärlichen Geschoßabweichungen war, daß wirklich ein derartiger Effekt — eben der Magnuseffekt — existiert: dies aufgeklärt zu haben, ist MAGNUS' Verdienst. Es ist verständlich, daß indem in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Kanonenkugel vollständig durch aus gezogenem Lauf abgefeuerte Schrapnells und Granaten verdrängt wurden, für die — bei fast genau in der Schußrichtung liegender Rotationsachse — allein die Präzessionsabweichung eine Rolle spielt, dieser Magnuseffekt so ziemlich der Vergessenheit anheimfiel. Schon HELMHOLTZ erwähnt, wo er in seiner Gedächtnisrede zur Würdigung von MAGNUS' wissenschaftlicher Vielseitigkeit auch die Annalenarbeit aus dem Jahre 1853 zitiert, nurmehr die Entdeckung der Präzessionswirkung auf die Geschoßbahn, nicht aber den Magnuseffekt. Nur in England taucht dieser etwa 20 Jahre nach seiner Entdeckung noch einmal auf, hier aber nicht als ein Problem der Artilleristik, sondern des Sports: Lord RAYLEIGH behandelt unter Bezugnahme auf MAGNUS in einer kleinen Arbeit 1877 die Flugbahn eines „getwisteten" Tennisballes.

Zum experimentellen Nachweis des Effektes ersetzte MAGNUS die Kugel durch einen Zylinder, der sich um seine Achse dreht: das ist der vorher beschriebene Kreisel. Nachdem dessen Identität erst festgestellt war, gelang es an Hand der Figurentafel in den Annalen und des Inventarbuches auch die anderen Bestandteile der Magnusschen Originalapparatur wieder aufzufinden: das Zentrifugalgebläse, den Drehtisch, die handgetriebene Rotationsmaschine. Nur einige akzessorische Dinge waren nicht mehr vorhanden, sie ließen sich aber nach den bis in alle Einzelheiten exakten Angaben von MAGNUS rekonstruieren, so daß schließlich die gesamte Versuchsanordnung genau in ihrer ursprünglichen Form wieder aufgebaut werden konnte. Die Fig. 2 der Abbildung bedarf kaum noch einer Erläuterung: der den Kreisel $a\,b$ mit senkrecht stehender Achse tragende Ring ist durch eine vertikale Stange an einen 1,5 m langen Holzbalken befestigt, der an einem System von Schnüren

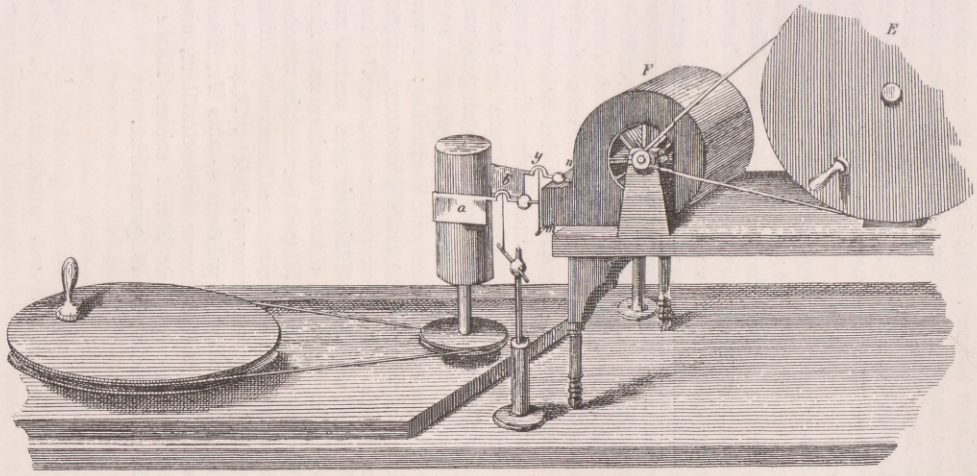


Fig. 1.

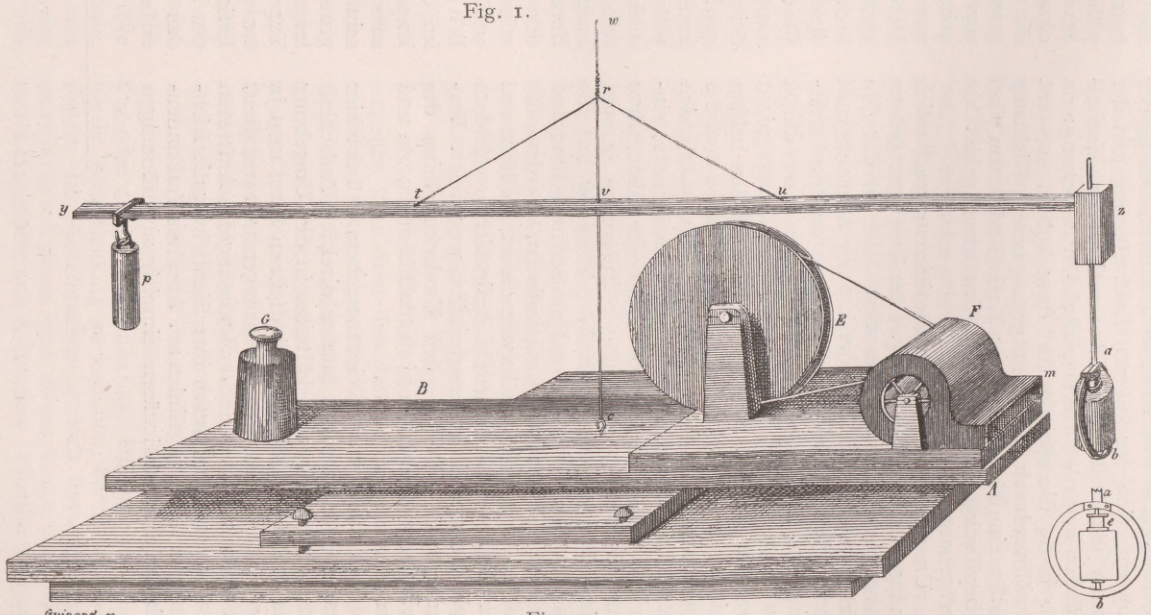


Fig. 2.

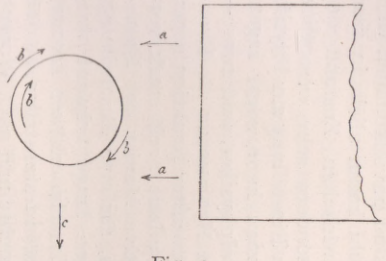
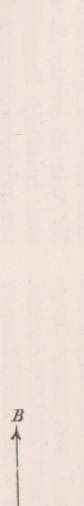


Fig. 3.



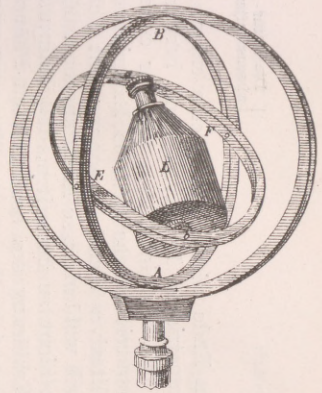


Fig. 6.

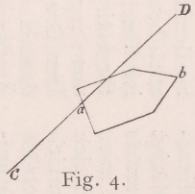


Fig. 4.

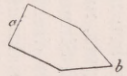


Fig. 5.

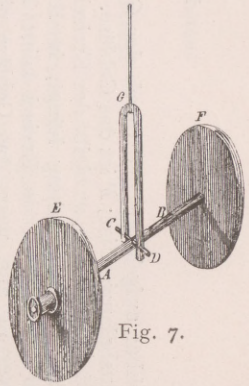


Fig. 7.

drehbar aufgehängt und durch das Gegengewicht p ausbalanziert ist; F ist das Gebläse. Wird dieses in Betrieb gesetzt, so bleibt der Kreisel, der vor der Mitte seiner Mündung hängt, in Ruhe; ebenso führt der rotierende Kreisel keine Translationsbewegung aus, wenn das Gebläse nicht betätigt wird. Wird dagegen der *in Rotation versetzte* Kreisel angeblasen, dann weicht er aus, und zwar vom Gebläse aus gesehen nach links, wenn er sich im Sinne des Uhrzeigers, nach rechts, wenn er sich im entgegengesetzten Sinne dreht. Da das Gebläse seinerseits auf einem drehbaren Tisch (A B) aufgestellt ist, kann man damit dem fliehenden Kreisel folgen und seine translatorische Bewegung so lange aufrechterhalten, wie seine Rotation fortdauert. Als Ursache dieses Vorgangs wird von MAGNUS der Luftdruckunterschied erkannt, der sich auf beiden Seiten des Kreisels ausbildet, infolge der Superposition der äußeren Luftströmung und der durch die Reibung an den rotierenden Kreiselwänden hervorgerufenen zirkularen Bewegung: da wo beide die gleiche Richtung haben, entsteht ein Unterdruck, wo sie entgegengesetzte Richtung haben ein Überdruck; der Kreisel wird von dem Überdruckgebiet nach dem Unterdruckgebiet hin fortgesaugt.

Um auch noch diese Druckdifferenz anschaulich zu machen, wird die in Fig. 1 der Tafel angegebene Versuchsanordnung gebraucht. Hier ist der den Kreisel ersetzende Zylinder auf der Achse der auf dem Tisch stehenden Rotationsmaschine festgeschraubt, so daß er also einem etwa durch Anblasen entstehenden seitlichen Druck nicht nachgeben kann. Dagegen sind zu seinen beiden Seiten sehr leicht bewegliche Windfahnen a und b angebracht, die wenn der Zylinder ruht, sich parallel, in der Richtung des Gebläsewindes, einstellen. Eine Drehung des Zylinders allein, ohne daß gleichzeitig ein äußerer Luftstrom erzeugt wird, übt keinerlei merkliche Wirkung auf die Fahnen aus. Sobald aber Rotationsmaschine und Gebläse gleichzeitig funktionieren, werden die Fahnen abgelenkt, und zwar derart, daß die auf der Seite des Unterdrucks befindliche nach dem Zylinder hin, die andere von ihm weg weist. Verändert man plötzlich den Umdrehungssinn des Zylinders, so schlagen auch die Fähnchen um und vertauschen ihre Rolle.

Man muß nun vielleicht zugeben, daß der hier beschriebene Versuch keinen direkten Aufschluß über die Luftdruckverhältnisse in der Umgebung des Zylinders gibt: mit Windfahnen kann man ja eigentlich keine Druckmessungen veranstalten, sie geben nur durch ihre Bewegung das Auftreten von Strömungen, durch ihre Einstellung die Richtung der Strömungslinien an. Aber das Vorhandensein solcher stationären einseitigen Strömungen muß doch am Ende wieder durch eine entsprechende assymmetrische Druckverteilung hervorgerufen sein; und ein einfacheres und für einen großen Zuhörerkreis anschaulicheres Experiment zu deren qualitativer Sichtbarmachung läßt sich auch heute noch wohl nicht so leicht angeben. Es ist überhaupt nicht zu bestreiten, daß MAGNUS' theoretische Erklärung des beobachteten Phänomens recht unzureichend und unvollkommen war. Der Grund hierfür ist wohl kaum allein in dem damals noch wenig entwickelten Zustand der Ärodynamik zu sehen, sondern sehr wesentlich auch in seiner prinzipiellen Einstellung zur Physik. Er war in erster Linie, man kann sogar sagen, ausschließlich Experimentalphysiker, und zwar — um mich noch einmal auf HELMHOLTZ als Kronzeugen zu berufen — in bewußter Reaktion gegen die gerade in seiner Jugendzeit noch stark vorherrschende rein spekulative Manier der Naturphilosophen. Ihm galt es, für eine Erscheinung, deren Vorhandensein schon lange bekannt war, ohne daß man sich ihre Ursache erklären konnte, die wesentlichen Bedingungen festzustellen, so daß man sie vollständig beherrschte und nach Wunsch reproduzieren konnte. Das ist ihm hier durchaus gelungen: nun wußte man, daß es bei dem Phänomen auf die Zusammenwirkung der durch Rotation und Translationsbewegung hervorgerufenen Luftströmungen ankam. Man darf nicht übersehen, daß vorher Theoretiker vom Rang eines EULER und POISSON sich vergebens um das Problem bemüht hatten: ihnen fehlten eben die experimentellen Grundlagen. Auf der anderen Seite aber scheint es mir auch nicht am Platze, gewissermaßen mit einem Ton des Bedauerns zu konstatieren, das MAGNUS nicht mehr die große technische Ausnützungsmöglichkeit seiner Entdeckung erlebt oder gar selbst davon profitiert habe. Auch derartiges lag sicher seinem Ideenkreis unendlich fern, sein Ziel war nicht technischer Fortschritt, sondern Fortschritt in der Erkenntnis der Naturgesetze: Entdeckung war die Frucht seiner Arbeit, nicht Erfindung. Denn so wenig er Theoretiker war, war er, wenn er auch gelegentlich Vorlesungen über Technologie gehalten hat, im Grunde seines Herzens ein Techniker: er war Experimentalphysiker, der erst die Voraussetzungen schafft für die Arbeit der beiden anderen. Ohne sein Wirken wird die Tätigkeit des ersten zur grundlosen Spekulation, die des zweiten zum ziellosen Herumprobieren. Mag daher erst in unseren Tagen PRANDTL die vollkommene Theorie des Effektes entwickelt haben, mag vielleicht FLETTNERS Erfindung die Zukunft gehören — das Verdienst des Entdeckers bleibt darum ungeschmälert, und das Phänomen trägt mit Recht seinen Namen, es heißt mit Recht der Magnuseffekt.

Vom Relativen zum Absoluten.

Von MAX PLANCK, Berlin.

Meine hochverehrten Damen und Herren!

Der Gedenktag, den wir heute festlich begehen, fordert dazu auf, in der Einzelarbeit des Tages einmal auf eine Weile innezuhalten und den Blick emporzuheben zu einer etwas umfassenderen Umschau über die wundersamen, vielfach verschlungenen Pfade, auf denen die physikalische Forschung seit der Gründung unserer Gesellschaft vorwärts gedrungen ist. Mannigfach sind die Gesichtspunkte, von denen aus sich bei aufmerksamer Betrachtung gewisse große Leitlinien in der Entwicklung der Wissenschaft erkennen und verfolgen lassen. Wenn ich es nun unternehme, Sie zu einem gemeinsamen Gange in die höheren Regionen der theoretischen physikalischen Forschung einzuladen, so schulde ich Ihnen vor allem ein Wort der Erklärung über die Bedeutung der wohl etwas abstrakt anmutenden Form, in die ich das Thema meines heutigen Vortrages fassen zu sollen glaubte, sowie über die Absichten, die mich bei der Wahl gerade dieses Themas geleitet haben, und über den Standpunkt, von dem aus ich an seine Behandlung heranzutreten gedenke. Dennoch möchte ich davon absehen, mich hier zu Anfang in eine allgemeine Begriffsbestimmung der Worte „relativ" und „absolut" zu vertiefen, und zwar einmal aus dem Grunde, weil ich überzeugt bin, auch bei der sorgfältigsten Auseinandersetzung doch nicht allen Ansprüchen an Vollständigkeit und Korrektheit genügen zu können, dann aber hauptsächlich deshalb, weil mir nicht an der Bezeichnung, sondern an der Sache liegt, und weil ich sehr gern bereit sein würde, die erstere jedweder Änderung zu unterwerfen, falls sich für dieselbe Sache ein treffenderer Ausdruck finden sollte. Auch werde ich weder einen besonderen Standpunkt meinen Ausführungen zugrunde legen, noch eine besondere Absicht von vorneherein mit ihnen verbinden, sondern ich möchte mich vielmehr lediglich darauf beschränken, Ihnen aus dem uns vorliegenden tatsächlichen Entwicklungsgang der physikalisch-chemischen Forschung im letzten Jahrhundert einige bedeutungsvolle Erscheinungen vorzuführen, an ihnen gewisse gemeinsame Züge aufzusuchen und diesen gemeinsamen Zügen eine charakteristische Fassung zu geben. Wir wollen es daher auch vermeiden, von irgendwelchen vorbereitenden allgemeinen Betrachtungen auszugehen, sondern wollen möglichst unbefangen lediglich die Tatsachen selber auf uns wirken lassen und je nach dem Eindruck, den ihre Gesamtheit auf uns macht, uns unser Urteil bilden.

Ich beginne mit der Besprechung eines der elementarsten Begriffe der Chemie: dem Begriff des *Atomgewichts*. Bekanntlich ist schon in der griechischen Philosophie von Atomen die Rede, aber die Messung des Atomgewichts datiert erst seit der Entdeckung des Fundamentalsatzes der chemischen Stöchiometrie, des Satzes, daß alle chemischen Verbindungen nach ganz bestimmten Gewichtsverhältnissen erfolgen. So verbindet sich 1 g Wasserstoff stets gerade mit 8 g Sauerstoff zu Wasser, mit 35,5 g Chlor zu Chlorwasserstoff usw. Daher ist 8 g das Äquivalentgewicht des Sauerstoffs, 35,5 g das Äquivalentgewicht des Chlors, und ebenso läßt sich für jedes chemische Element aus einer jeden Verbindung, die es mit einem anderen Element eingehen kann, ein Äquivalentgewicht ableiten. Natürlich gelten diese Zahlen nur dann, wenn man den Wasserstoff als Einheit wählt; insofern steckt in ihnen eine gewisse Willkür. Aber noch mehr. Ihre Bedeutung beschränkt sich zunächst durchaus auf die speziellen Verbindungen, aus denen sie abgeleitet sind. Das Äquivalentgewicht 8 des Sauerstoffs gilt nur in bezug auf Wasser. Nimmt man statt Wasser eine andere Verbindung mit Sauerstoff, etwa Wasserstoffsuperoxyd, so wird das Äquivalentgewicht des Sauerstoffs 16. Es ist von vornherein kein prinzipieller Grund vorhanden, die eine Zahl vor der anderen zu bevorzugen. Jedes Element besitzt daher im allgemeinen mehrere verschieden große Äquivalentgewichte, ja prinzipiell genommen so viele, als es Arten von Verbindungen eingehen kann. Wenn von einem Element überhaupt keine Verbindung bekannt ist, fehlt es auch an jedem Anhaltspunkt, ihm ein Äquivalentgewicht zuzuschreiben.

Nun hat sich aber die wichtige Tatsache ergeben, daß bei den verschiedenen Verbindungen, welche ein Element mit anderen Elementen eingehen kann, immer die nämlichen Zahlen für das Äquivalentgewicht oder auch ganze Multipla derselben wiederkehren. So gilt das Äquivalentgewicht 35,5 für Chlor nicht nur für die Verbindung mit 1 g Wasserstoff zu Chlorwasserstoff, sondern auch für die Verbindung mit 8 g Sauerstoff zu Chloroxyd. Will man dieses regelmäßige Zusammentreffen nicht als unbegreiflichen Zufall ansehen, so liegt es nahe, dem Begriff des Äquivalentgewichtes eine selbständigere Bedeutung zu geben, ihn abzulösen von der Frage nach den Verbindungen, welche das Element mit anderen Elementen eingehen kann, und ihm damit in gewissem Sinne einen absoluten Charakter zu verleihen. Das ist auch in der Tat sehr bald geschehen, nur blieb dabei noch eine gewisse Schwierigkeit übrig, die in der Chemie längere Zeit hindurch als besonders lästig empfunden wurde und die daher rührt, daß zwei Elemente häufig mehrere verschiedenstufige Verbindungen miteinander eingehen können, wie z. B. Wasserstoff und Sauerstoff, so daß man nicht weiß, ob für das Äquivalentgewicht des Sauerstoffs 8 g oder 16 g zu nehmen ist. Um hier zu einer klaren Entscheidung zu kommen, bedarf es einer neuen, der Stöchiometrie an sich fremden Idee, eines neuen Axioms, und dieses Axiom fand sich in der Hypothese von AVOGADRO. Dieselbe gründet

sich auf die von GAY-LUSSAC festgestellte Tatsache, daß zwei Elemente im Gaszustand sich nicht nur nach bestimmten Gewichtsverhältnissen, sondern auch, bei gleicher Temperatur und gleichem Druck genommen, nach bestimmten Volumenverhältnissen verbinden, und sie greift aus der Schar der verschiedenen für einen Stoff in Betracht kommenden Äquivalentgewichte ein ganz bestimmtes heraus, das sie als Molekulargewicht bezeichnet, indem sie das Verhältnis der Molekulargewichte zweier Gase allgemein gleichsetzt dem Verhältnis ihrer Dichten. In dieser Definition ist keine Rede mehr von chemischen Reaktionen, sondern nur von chemischen Stoffen. Daher läßt sie sich auch anwenden auf Elemente, die sich, wie die Edelgase, nur schwer oder überhaupt nicht mit anderen Stoffen verbinden.

Da nach dem Avogadroschen Satze die Moleküle der chemischen Elemente häufig nicht als Ganzes, sondern nur mit einem Bruchteil ihres Gesamtgewichts in die Moleküle ihrer Verbindungen eingehen, wie z. B. das Molekül des Wasserdampfes aus einem ganzen Molekül Wasserstoff und einem halben Molekül Sauerstoff, das Molekül des Chlorwasserstoffs aus je einem halben Molekül Wasserstoff und Chlor sich zusammensetzt, so gelangt man von dem Molekulargewicht zum Atomgewicht eines Elements als dem kleinsten Bruchteil, in den genannten Beispielen der Hälfte, des Molekulargewichts, welcher sich in den Verbindungen des Elements vorfindet.

Wenn somit durch die Avogadrosche Definition der Begriff des Atomgewichts eine gewisse absolute Bedeutung gewonnen hat, so haftet ihm doch in dieser Fassung noch etwas merklich Relatives an. Denn das Avogadrosche Atomgewicht bedeutet nur eine Verhältniszahl, es bedarf zu seiner Bestimmung noch der willkürlichen Festsetzung des Atomgewichts für irgendein spezielles Element, etwa Wasserstoff gleich 1 g, oder Sauerstoff gleich 16 g. Ohne die Bezugnahme auf diese Festsetzung haben die Zahlen für das Atomgewicht keinen Sinn. Daher war von jeher das Interesse zahlreicher Forscher darauf gerichtet, den Begriff des Atomgewichts auch von dieser letzten Beschränkung zu befreien und seine Bedeutung in einem noch weiteren Sinne zu einer absoluten zu machen — ein Problem, das allerdings für die praktischen Bedürfnisse der Chemiker weniger in Betracht kommt, da es sich in der eigentlichen Chemie immer nur um die Verhältnisse von Gewichtsmengen handelt.

Wohl in jeder Wissenschaft kommt es gelegentlich zu einem scharfen Konflikt zwischen den Forschern, welche bemüht sind, die anerkannten Axiome der Wissenschaft zu ordnen, zu analysieren und von allen mehr zufälligen und fremdartigen Bestandteilen zu säubern — ich will sie hier einmal als Puristen bezeichnen —, und solchen Forschern, die darauf ausgehen, die vorliegenden Axiome durch Einführung neuer Ideen zu erweitern, und die daher gerne nach verschiedenen Richtungen tastende Fühler ausstrecken, um zu erkunden, nach welcher Seite wohl ein Fortschritt zu erzielen wäre. So hat es auch in der Chemie nicht an Puristen gefehlt, welche alle Versuche scharf verurteilten, in dem Atomgewicht mehr zu sehen als eine bloße Verhältniszahl, während dagegen gerade die führenden Chemiker es zum mindesten nützlich fanden, die Atome im Sinne der mechanischen Naturanschauung als selbständige winzige Gebilde zu betrachten, die im Molekül nach bestimmten räumlichen Abmessungen angeordnet sind und sich bei einer eintretenden chemischen Änderung entsprechend trennen oder umgruppieren. Ich selber entsinne mich von meiner Münchener Zeit her, aus dem Anfang der achtziger Jahre, noch lebhaft des Eindrucks, den dort im chemischen Universitätslaboratorium die Polemik des damaligen Wortführers der puristisch denkenden Chemiker, HERMANN KOLBE in Leipzig, hervorrief, der über die bis ins einzelne gehenden mechanisch-atomistischen Vorstellungen, zu welchen die Ausbildung der chemischen Konstitutionsformeln Anlaß gab, sein heiliges Anathema aussprach und sich in demselben Maße, in welchem die erwartete Wirkung ausblieb, in eine immer schärfere Tonart hineinredete. Derartigen heftigen, schließlich sogar persönliches Gebiet berührenden Angriffen gegenüber tat ADOLF VON BAEYER das, was unter diesen Umständen das beste war: er schwieg und arbeitete weiter, bis der Erfolg ihm recht gab. Ein ähnliches Bild gewahren wir heute in dem Kampfe um das Atommodell von NIELS BOHR, das allerdings an den guten Willen des Theoretikers noch weit höhere Ansprüche stellt als früher die Hypothesen der Strukturchemie.

Aber auch vom philosophischen Standpunkt aus setzten die Puristen jahrzehntelang der Ausbildung der atomistischen Theorie hartnäckigen Widerspruch entgegen. Hier ist vor allem ERNST MACH zu nennen, der zeit seines Lebens nicht müde wurde, mit den scharfen Waffen seiner Begriffsanalyse und gelegentlich auch seiner Ironie die naiven und rohen Anschauungen in Mißkredit zu bringen, welche er den Anhängern der Atomistik zum Vorwurf machte, und die nach seiner Meinung zu der sonstigen philosophischen Entwicklung der modernen Physik in einem eigentümlichen Gegensatz standen.

Gegen solche Angriffe hatten die Vertreter der atomistischen Theorie, zu denen in erster Linie LUDWIG BOLTZMANN zählte, schon deshalb einen schweren Stand, weil sich mit Mitteln der Logik gegen die Puristen überhaupt niemals etwas ausrichten läßt, aus dem einfachen Grunde, weil die Puristen ja gerade ihrerseits alles dasjenige vertreten und verfechten, was aus den anerkannten Axiomen ihrer Wissenschaft auf logischem Wege gefolgert werden kann. Was sie verwerfen, ist nur das Eindringen neuer, fremdartiger Axiome, besonders wenn diese sich noch nicht zu einer endgültigen, allgemein brauchbaren Fassung verdichtet haben. Nun ist aber noch kein einziges

Axiom als ein fertiges System, wie Pallas Athene aus dem Haupte des Zeus, entsprungen, sondern es lebt zunächst nur unvollkommen, ja oft mehr oder weniger unklar in der Phantasie seines Erzeugers und erblickt häufig erst nach schweren Geburtswehen das Licht der Öffentlichkeit, indem es eine wissenschaftlich brauchbare Form annimmt. Und selbst wenn es allgemeinere Anerkennung errungen hat, braucht der Purist sich noch lange nicht für überwunden zu erklären. Denn die Frage des endgültigen Erfolges eines neuen physikalischen Axioms wird gar nicht auf logischem Gebiete entschieden, sondern nur dadurch, daß gewisse empirische Gesetzmäßigkeiten ohne das Axiom nicht zu verstehen sind. Dann bleibt den Puristen nichts anderes übrig, als solche Gesetzmäßigkeiten für Zufall zu erklären. Auf diese Behauptung können sie sich allerdings unter allen Umständen als auf die letzte unangreifbare Position zurückziehen, während die wissenschaftliche Forschung sich dann um solchen Widerstand nicht weiter kümmert und auf ihrem Wege fortschreitet. So ist es oft gegangen und so wird es wohl noch oft gehen.

Im vorliegenden Falle wurden derartige empirische Gesetzmäßigkeiten allmählich in derartiger Fülle festgestellt, daß die Frage nach der Existenz einer absoluten Größe des Atomgewichts sehr bald in positivem Sinne entschieden wurde. Ich brauche hier nur auf die Entwicklung der kinetischen Theorie der Gase und Flüssigkeiten, auf die Gesetze der Licht- und Wärmestrahlung, auf die Entdeckung der Kathodenstrahlen und der Radioaktivität, auf die Messung des elektrischen Elementarquantums hinzuweisen, welche alle auf den verschiedensten Wegen zu dem nämlichen Wert des Atomgewichts führen. Heute wird kein Physiker Einspruch erheben gegen die Behauptung, daß das Gewicht eines Atoms Wasserstoff, abgesehen von unvermeidlichen Messungsfehlern, 1,649 Quadrilliontel Gramm beträgt, eine Zahl, deren Bedeutung unabhängig ist von den Atomgewichten anderer chemischer Elemente und die in diesem Sinne als eine absolute Größe bezeichnet werden kann.

Meine Damen und Herren! Ich bitte um Vergebung, wenn ich mir hier erlaubt habe, Sie an allerlei Bekanntes zu erinnern. Es geschah dies wahrlich nicht in der Absicht, Sie zu belehren, sondern nur deshalb, um Ihren Blick zu schärfen für eine charakteristische Erscheinung in der Entwicklung der wissenschaftlichen Forschung, welche sich in verschiedenem Zusammenhang immer wieder beobachten läßt. Denn auf jedem Gebiet der Wissenschaft wird mit Axiomen gearbeitet, und auf jedem Gebiet gibt es Puristen, welche sich jeder über das Formal-Logische hinausgehenden Erweiterung der anerkannten Axiome mit allen Mitteln zu widersetzen geneigt sind.

Indem ich nun daran gehe, Ihnen andere Fälle vorzuführen, werde ich schließlich zur Besprechung von Fragen gelangen, die nicht so klar und abgeschlossen liegen wie die bisher behandelten, und um die daher auch heute noch lebhafte Kämpfe geführt werden.

Ich wende mich zunächst zu dem Begriff der *Energie*. Das Prinzip der Erhaltung der Energie hat sich entwickelt aus dem mechanischen Prinzip der lebendigen Kraft, welches besagt, daß die bei irgendeinem mechanischen Vorgang eintretende Zunahme der lebendigen Kraft eines bewegten Körpers gleich ist der Abnahme des Potentials der auf den Körper wirkenden Kräfte. Die Änderung der einen Energieart, der kinetischen Energie, wird also gerade kompensiert durch eine ebenso große Änderung der anderen Energieart, der potentiellen Energie. Auch hier können die Puristen in gewissem Sinne mit vollem Rechte die Behauptung aufstellen, daß, da in der Formulierung des Energieprinzips nur von Energiedifferenzen die Rede ist, auch der Begriff der Energie sich nicht auf einen Zustand, sondern auf eine Zustandsänderung bezieht, und daß daher in dem Werte der Energie eine additive Konstante unbestimmt bleibt, nach deren Größe zu fragen gar keinen physikalischen Sinn hat, ebenso etwa wie es bei dem Bau eines Hauses für den Architekten keinen praktischen Sinn hat, nach der Höhe der einzelnen Stockwerke über dem Meeresspiegel zu fragen, da es auch hier nur auf die Differenzen ankommt.

Gegen einen solchen Standpunkt ließe sich auch nicht das mindeste einwenden, wenn das Prinzip der Erhaltung der Energie das einzige Axiom der Physik wäre. Da das aber nicht der Fall ist, so kann man die Frage jedenfalls nicht kurzerhand abweisen, ob es sich nicht doch empfiehlt, dem Begriff der Energie durch Einführung eines neuen Axioms insofern eine absolute Bedeutung zuzuschreiben, als man ihre Größe durch den augenblicklichen Zustand als vollkommen bestimmt ansieht. Die große Vereinfachung, die sowohl der Begriff der Energie als auch die Anwendung des Energieprinzips durch eine solche Auffassung erfahren würde, liegt auf der Hand. In der Tat ist dieselbe heute vollständig zur Durchführung gelangt. Wir dürfen bei jedem physikalischen Gebilde in einem gegebenen Zustande in ganz bestimmtem Sinne von der Größe seiner Energie sprechen, ohne irgendeine additive Konstante.

Nehmen wir zuerst die elektromagnetische Energie im reinen Vakuum. Hier besteht das Axiom, welches den Absolutwert der Energie festlegt, darin, daß die Energie des elektromagnetisch neutralen Feldes gleich Null gesetzt wird. Dieser Satz ist weder selbstverständlich, noch aus dem Energieprinzip an sich ableitbar. Noch vor wenig Jahren hat NERNST die Hypothese aufgestellt, daß im sog. neutralen Felde eine gewisse stationäre Energiestrahlung von ungeheuer großem Betrage, die sog. Nullpunktsstrahlung, vorhanden ist, welche sich zwar bei den gewöhnlich beobachtbaren Vorgängen nicht bemerklich macht, weil sie alle Körper gleichmäßig durchdringt, aber doch unter besonderen Umständen in Erscheinung treten kann,

ähnlich wie der Luftdruck, obwohl er eine sehr beträchtliche Kraft darstellt, bei den meisten Bewegungen, die wir beobachten, keine Rolle spielt, da er überall nach allen Richtungen gleichmäßig wirkt. Eine solche Strahlungshypothese ist also von vornherein durchaus berechtigt, über ihre Bedeutung kann nur die Verfolgung ihrer Konsequenzen entscheiden, zu deren bedenklichsten jedenfalls die gehört, daß sie ein spezielles Bezugssystem als ruhend auszeichnen würde, nämlich dasjenige, in welchem die Nullpunktsstrahlung nach allen Richtungen gleich groß ist. Durch die absolute Energie des neutralen Feldes ist natürlich auch die absolute Energie jedes anderen elektromagnetischen Feldes festgelegt.

Gehen wir weiter zur Energie der Materie, so können wir auch für diese zu einem bestimmten Absolutwert gelangen. Aber die Energie eines ruhenden Körpers ist nicht etwa gleich Null, wie man vielleicht nach Analogie des elektromagnetisch neutralen Feldes mutmaßen könnte, sondern sie ist gleich dem Produkt seiner Masse und dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit. Es ist die sog. Ruheenergie des Körpers; sie wird bedingt durch seine chemische Beschaffenheit und durch seine Temperatur. Wird der Körper durch eine Kraft in Bewegung gesetzt, so macht sich diese Größe, die im allgemeinen einen ungeheuer großen Zahlenwert besitzt, gar nicht geltend, weil es sich hierbei nur um Energiedifferenzen handelt. Daß solche eigenartigen Anschauungen nicht aus dem Energieprinzip allein gewonnen werden können, habe ich schon oben betont. Tatsächlich wurzeln sie in der speziellen Relativitätstheorie. Es muß ein merkwürdiges Zusammentreffen genannt werden, daß gerade eine Theorie der Relativität zur Bestimmung des Absolutwerts der Energie eines physikalischen Gebildes geführt hat. Das scheinbar Paradoxe dieser Gegenüberstellung erklärt sich einfach daraus, daß es sich in der Relativitätstheorie um die Abhängigkeit von dem gewählten Bezugssystem, hier dagegen um die Abhängigkeit von dem physikalischen Zustand des betrachteten Gebildes handelt.

Aber hat es denn wirklich, so könnten die Puristen nun wohl fragen, irgendeinen vernünftigen Sinn, zu sagen, daß die Energie eines Sauerstoffatoms 16mal so groß ist als die eines Wasserstoffatoms? Und sie hätten gewiß recht, wenn es schlechthin unsinnig wäre, von einer Umwandlung des Sauerstoffs in Wasserstoff zu reden. Indessen ist es doch immer bedenklich, etwas für sinnlos zu erklären, solange es keinem Gesetz der Logik widerspricht, und wir tun daher besser, wenn wir abwarten, ob vielleicht nicht doch einmal eine Zeit kommt, wo die Frage einer derartigen Umwandlung eine vernünftige Bedeutung gewinnt. Anzeichen dafür sind schon heute vorhanden.

Wie bei der elektromagnetischen und bei der kinetischen Energie, so ist man auf allen Gebieten der Physik, in der Mechanik wie in der Elektrodynamik, von der Betrachtung der Energiedifferenzen, welche unmittelbar durch Messung gewonnen werden, zur Betrachtung der Absolutwerte der Energie geleitet worden. Stets wurde durch dieses Verfahren ein merklicher Fortschritt der Theorie erzielt. Bei den Erscheinungen der strahlenden Wärme z. B. hat man es streng genommen immer nur mit den Differenzen der absorbierten und der emittierten Strahlung zu tun. Denn ein Körper, der Wärmestrahlen absorbiert, emittiert auch solche. Aber man trennt nach der Theorie von PRÉVOST diese beiden Größen voneinander und legt jeder derselben eine selbständige Bedeutung bei. Beim Galvanismus mißt man nur Potentialdifferenzen, aber man spricht auch vom Absolutwert des Potentials, indem man das Potential in unendlicher Entfernung von allen elektrischen Ladungen gleich Null setzt. Bei der Emission monochromatischer Strahlung in einem Atom erhält man durch die Messung der emittierten Frequenz immer nur die Differenz der Atomenergie vor und nach der Emission, aber erst durch die Trennung der beiden Glieder dieser Differenz, der sog. Terme, und ihrer Einzeluntersuchung ist es NIELS BOHR für die Gebiete der sichtbaren, ARNOLD SOMMERFELD für die der Röntgenstrahlen gelungen, die Anhaltspunkte zu finden für die Enträtselung der hier verborgenen Fragen. So hat überall der Begriff der Energie eines Gebildes in einem bestimmten Zustande eine absolute, von der Bezugnahme auf andere Zustände unabhängige Bedeutung gewonnen.

Diese Tendenz, von der Differenz auf die einzelnen Terme überzugehen, oder, was auf dasselbe herauskommt, von dem Differential auf das Integral, findet sich wie bei der Energie so auch bei vielen anderen physikalischen Größen. So werden in der Elastizitätstheorie die Volumkräfte zurückgeführt auf Flächenkräfte, in der Elektrodynamik die ponderomotorischen elektrischen und magnetischen Kräfte auf die sog. Maxwellschen Spannungen, in der Thermodynamik die Druck- und Temperaturgrößen auf die thermodynamischen Potentiale. Immer handelt es sich dabei um einen Aufstieg oder um ein Integrationsverfahren, und die Frage nach dem Absolutwert der so gewonnenen Größen höherer Stufe fällt zusammen mit der Frage nach der Bestimmung der Integrationskonstanten, deren Beantwortung stets eine besondere Untersuchung erheischt.

Bei einem dieser Fälle, der deshalb besonderes Interesse beansprucht, weil er auch gegenwärtig noch nicht als endgültig erledigt betrachtet werden kann, möchte ich hier noch ein wenig verweilen. Es handelt sich um den Absolutwert der *Entropie*. Nach der ursprünglichen Definition von RUDOLF CLAUSIUS bedarf es zur Messung der Entropie eines Körpers der Ausführung irgendeines reversiblen Prozesses, aus welchem dann die Differenz der Entropie im Anfangszustand und im Endzustand des Prozesses abgeleitet werden kann. Die Folge war, daß man anfänglich den Begriff der Entropie nicht auf einen Zustand, sondern auf eine

Zustandsänderung bezog, genau wie man das früher beim Atomgewicht und bei der Energie getan hatte, und zwar legte man ihm nur für reversible Prozesse eine Bedeutung bei. Indessen dauerte es doch nicht lange, bis sich eine erweiterte Auffassung durchsetzte, und man lernte die Entropie als eine Eigenschaft des augenblicklichen Zustandes betrachten, in der allerdings eine additive Konstante unbestimmt blieb, da man immer nur Entropiedifferenzen messen konnte. Auch wenn man nach dem Vorgange EINSTEINS den Begriff der Entropie auf die Statistik der Schwankungen eines physikalischen Gebildes um seinen thermodynamischen Gleichgewichtszustand gründet, gelangt man immer nur zu Entropiedifferenzen, niemals zu einem Absolutwert der Entropie.

Gibt es aber nun nicht doch einen Weg, um ebenso wie für die Energie, so auch für die Entropie einen absoluten Wert zu finden? Es liegt mir fern, lediglich aus Gründen der Analogie diese Frage zu bejahen, und man muß den Puristen darin unbedingt beipflichten, wenn sie betonen, daß es im allgemeinen gar keinen Sinn hat, aus dem Werte einer Differenz auf die Werte der beiden Terme, des Minuend und des Subtrahend einzeln, schließen zu wollen. Im Interesse einer klaren Begriffsbildung ist es sogar durchaus notwendig, in jedem Falle genau festzustellen, was man aus einer Definition herausholen kann und was nicht. In dieser Hinsicht ist die Kritik der Puristen unentbehrlich. Sie erweisen sich dabei als die gewissenhaften Wächter für die Ordnung und Sauberkeit in der Methodik des wissenschaftlichen Arbeitens, die wir unter keinen Umständen missen wollen, heutzutage weniger als je. Aber die Physik ist nun einmal keine deduktive Wissenschaft, und die Anzahl ihrer Axiome ist keine festliegende. Wenn ein neues Axiom sich meldet, soll man ihm nicht lediglich deshalb den Einlaß wehren, weil es fremd ist, sondern man soll erst prüfen, welchen Ideen es entspringt und zu welchen Folgerungen es führt.

Im vorliegenden Falle ist es nicht schwierig, der Idee, welche der Annahme eines Absolutwertes der Entropie zugrunde liegt, eine deutliche und anschauliche Fassung zu geben. Wenn wir mit BOLTZMANN die Entropie als ein Maß für die thermodynamische Wahrscheinlichkeit ansehen, so bedeutet die Entropie eines im thermodynamischen Gleichgewicht befindlichen physikalischen Gebildes von vielen Freiheitsgraden, welches mit einer bestimmten Energie ausgestattet ist, nichts anderes als die Anzahl der verschiedenartigen Zustände, die ein solches Gebilde unter den gegebenen Bedingungen annehmen kann. Und wenn die betrachtete Entropie einen absoluten Wert besitzt, so heißt dies, daß die Anzahl der unter den gegebenen Bedingungen möglichen Zustände eine ganz bestimmte, endliche ist.

Zu den Zeiten von CLAUSIUS, HELMHOLTZ und BOLTZMANN wäre freilich eine solche Behauptung unzweifelhaft auf der Stelle als völlig unannehmbar abgewiesen worden. Denn solange man in den Differentialgleichungen der klassischen Dynamik die einzige Grundlage der Physik erblickte, mußte man notgedrungen die Zustände als stetig veränderlich und daher die Anzahl der bei gegebenen äußeren Bedingungen möglichen Zustände als unendlich groß betrachten. Seit der Einführung der Quantenhypothese ist das aber anders geworden, und nach meiner Meinung kann es nicht mehr lange dauern, bis die Behauptung, daß man in einem ganz bestimmten Sinne von einer diskreten Anzahl möglicher Zustände und dementsprechend von der absoluten Größe der Entropie reden kann, den Widerspruch überwunden haben wird, der ihr gegenwärtig von seiten angesehener Physiker noch entgegengesetzt wird.

In der Tat hat das neue Axiom bereits Leistungen aufzuweisen, welche mit denen der bestbewährten Theorien wetteifern können. Auf dem Gebiet der strahlenden Wärme hat es zur Aufstellung des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum geführt, im Gebiet der Thermodynamik findet es seinen Ausdruck in dem vielfach erprobten und bewährten Nernstschen Wärmetheorem, das es insofern noch weiter ergänzt, als sich nicht nur die Existenz, sondern auch die numerische Größe der sog. chemischen Konstanten daraus ableiten läßt, bei den Problemen des Atombaues hat es den Ideen von NIELS BOHR den Ausgangspunkt für die Festlegung der sog. stationären Elektronenbahnen und damit die Vorbedingung für die Entwirrung der spektroskopischen Phänomene geliefert, ja, wenn nicht alle Anzeichen trügen, so bereitet sich mit seiner weiteren Durchführung ein Prozeß vor, den man in gewissem Sinne geradezu als eine Arithmetisierung der Physik bezeichnen kann, da hierbei eine Reihe von physikalischen Größen, die man bisher ohne weiteres als stetig veränderlich betrachtet hat, sich unter der Lupe einer schärferen Analyse als diskret und abzählbar herausstellen. Ganz in dieser Richtung liegt das merkwürdige Ergebnis der unlängst im Utrechter physikalischen Institut auf Anregung seines Leiters L. S. ORNSTEIN ausgeführten Messungen, daß die Intensitätsverhältnisse der Komponenten von Spektralmultipletts durch einfache ganze Zahlen wiedergegeben werden, sowie der neuerdings von MAX BORN ausgearbeitete interessante Versuch, die Differentialgleichungen der klassischen Mechanik durch Differenzengleichungen zu ersetzen.

Meine Damen und Herren! Unsere bisherigen Betrachtungen haben uns an einigen der Geschichte der Physik entnommenen Fällen einen übereinstimmenden Zug erkennen lassen, der sich etwa dahin formulieren läßt, daß gewisse physikalische Größen, denen man nach ihrer ursprünglichen Begriffsbestimmung nur einen relativen Wert beimessen konnte, im Laufe der fortschreitenden Entwicklung der Wissenschaft eine selbständige absolute Bedeutung angenommen haben. Darf man diesen Zug als charakteristisch für den Fort-

schritt der physikalischen Forschung überhaupt ansehen? Es wäre voreilig, diese Frage ohne weiteres zu bejahen. Ja, ich könnte mir sehr wohl denken, daß ein Gegner dieser Ansicht sich vielleicht veranlaßt fühlte, seinerseits das Wort zu ergreifen und sozusagen einen Gegenvortrag gegen den meinigen zu halten mit dem umgekehrten Titel: Vom Absoluten zum Relativen. Und er würde es durchaus nicht schwer finden, geeignetes Material für die Verfechtung seines Standpunktes herbeizuschaffen. Er würde vielleicht ebenso wie ich mit dem Begriff des Atomgewichts beginnen, indem er etwa folgendes ausführte. Die Zahl, die wir vorhin als das absolute Gewicht eines Atoms bezeichnet haben, ist bei den meisten Elementen tatsächlich mitnichten eine absolute Größe. Denn da ein Element in der Regel mehrere Isotope mit verschiedenem Atomgewicht besitzt, so stellt das gemessene Atomgewicht einen mehr oder minder zufällig zustande gekommenen Mittelwert vor, der ganz davon abhängt, in welchem Mischungsverhältnis die verschiedenen Isotope in dem untersuchten Präparat vertreten sind. Und selbst wenn wir eine einzelne Isotope ins Auge fassen, so wäre es vom Standpunkt unserer heutigen Kenntnisse ganz unwissenschaftlich, sie als etwas Absolutes zu betrachten. Vielmehr entspricht es den neuesten, durch die zuerst von ERNEST RUTHERFORD ausgeführte Zertrümmerung von Atomkernen aufs beste gestützten Anschauungen, die alte Proutsche Hypothese wieder aufzunehmen und sämtliche chemischen Elemente als aus einem einzigen, dem Wasserstoff, aufgebaut anzusehen. Damit wird aber dem Begriff des Atomgewichts grundsätzlich der absolute Charakter entzogen und derselbe zu einer reinen Verhältniszahl gestempelt.

Nach diesem augenscheinlichen Erfolg würde dann mein Gegner vielleicht dazu übergehen, seinen Haupttrumpf auszuspielen: die Einsteinsche allgemeine Relativitätstheorie. Hier würde wohl allein schon die Nennung des Stichwortes genügen, um jeden Versuch, bei den Begriffen „Raum" und „Zeit" noch von etwas Absolutem zu reden, als antiquiert und rückständig erscheinen zu lassen.

Aber man soll sich wohl hüten, aus Worten und aus Bezeichnungen, die vielleicht nicht immer in jeder Hinsicht glücklich gewählt sind, sachliche Folgerungen abzuleiten. Daß die Relativitätstheorie tatsächlich zur Auffindung eines Absolutwertes der Energie geführt hat, ist schon früher zur Sprache gekommen, und es würde von recht oberflächlicher Denkweise zeugen, wenn man bei der Erkenntnis der Notwendigkeit einer Relativierung von Raum und Zeit stehenbliebe und nicht noch weiter fragen würde, wohin denn diese Relativierung führt. Sicherlich ist es häufig in der Geschichte der Wissenschaft vorgekommen und bezeichnete dann in der Regel einen grundsätzlichen Fortschritt, daß gewisse Begriffe, denen man eine Zeitlang eine absolute Bedeutung beigelegt hatte, sich als nur relativ gültig erwiesen. Aber damit war das Absolute nicht eliminiert, sondern nur zurückgeschoben. Eine Leugnung des Absoluten schlechthin käme nach meiner Meinung auf dasselbe hinaus, als wenn jemand, der nach der Ursache eines eingetretenen Ereignisses forscht, falls er einmal die Entdeckung macht, daß ein gewisser Umstand, den er eine Zeitlang für die gesuchte Ursache hielt, nicht dafür in Betracht kommen kann, nun daraus den Schluß ziehen wollte, daß das Ereignis überhaupt keine Ursache gehabt hat. Nein, man kann ebensowenig alles relativieren, wie man alles definieren oder alles beweisen kann. Denn wie bei jeder Begriffsbildung von mindestens einem Begriff ausgegangen werden muß, der keiner besonderen Definition bedarf, und wie jede Beweisführung von einem Obersatz Gebrauch machen muß, der ohne Beweis als zutreffend anerkannt wird, so knüpft jedes Relative im letzten Grunde an etwas selbständiges Absolutes an. Sonst schwebt der Begriff oder der Beweis oder das Relative in der Luft, ähnlich wie ein Rock, für den kein Nagel zum Aufhängen da ist. Das Absolute stellt den notwendigen festen Ausgangspunkt dar; derselbe muß nur an der richtigen Stelle gesucht werden.

Nach diesen Überlegungen ist es in der Tat nicht schwer, auf die Behauptungen des geschilderten Gegenvortrags eine geeignete Erwiderung zu finden.

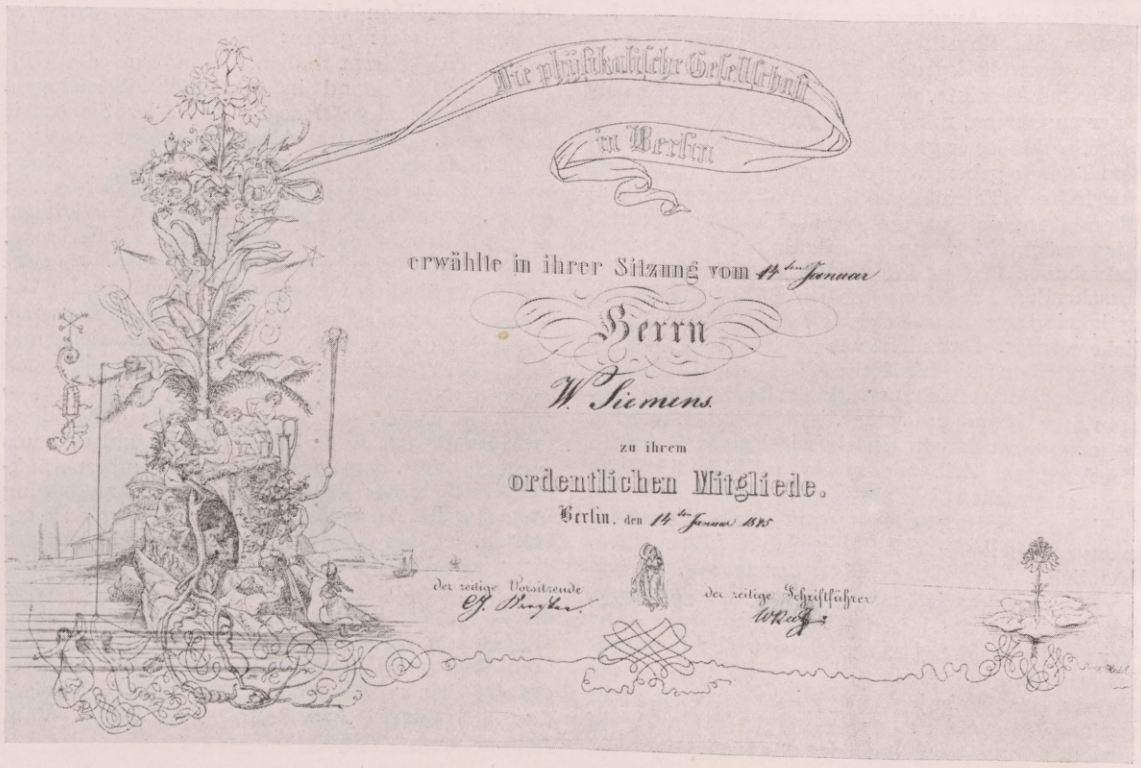
Die Zurückführung der Atomgewichte aller Elemente auf dasjenige des Wasserstoffs wird, wenn sie sich einmal wirklich durchführen läßt, eine der fundamentalsten Errungenschaften vorstellen, welche die wissenschaftliche Erforschung der Materie gezeitigt hat. Ihre Bedeutung besteht darin, daß im Lichte dieser Erkenntnis alle Materie einen einheitlichen Ursprung aufweist. Dann werden die beiden Bestandteile des Wasserstoffatoms: der positiv geladene Wasserstoffkern, das sog. Proton, und das negative Elektron, zusammen mit dem elementaren Wirkungsquantum die Bausteine bilden, aus denen sich das physikalische Weltgebäude zusammensetzt, und diesen Größen wird, solange sie sich nicht aufeinander oder auf andere zurückführen lassen, gewiß ein absoluter Charakter zugeschrieben werden müssen. Da haben wir also wieder das Absolute, nur auf höherer Stufe und in vereinfachter Form. Und um den Vergleichsfaden noch etwas fortzuspinnen, fragen wir jetzt weiter nach dem Baugrunde, auf welchem sich das gewaltige Werk erhebt. Die von ALBERT EINSTEIN erarbeitete Erkenntnis, daß unsere Begriffe des Raumes und der Zeit, wie sie NEWTON und ebenso KANT als die absolut gegebenen Formen unserer Anschauung ihren Gedankengängen zugrunde legten, wegen der Willkür, die in der Wahl des Bezugssystems und des Messungsverfahrens liegt, in gewissem Sinne nur eine relative Bedeutung besitzen, greift vielleicht am allertiefsten an die Wurzeln unseres physikalischen Denkens. Aber wenn dem Raum und der Zeit der Charakter

des Absoluten abgesprochen worden ist, so ist derselbe nicht aus der Welt geschafft, sondern er ist nur weiter rückwärts verlegt worden, und zwar in die Metrik der vierdimensionalen Mannigfaltigkeit, welche daraus entsteht, daß Raum und Zeit mittels der Lichtgeschwindigkeit zu einem einheitlichen Kontinuum zusammengeschweißt werden. Diese Metrik stellt etwas von jeglicher Willkür abgelöstes Selbständiges und daher Absolutes dar.

So ist auch in der vielfach mißverstandenen Relativitätstheorie das Absolute nicht aufgehoben, sondern es ist im Gegenteil durch sie nur noch schärfer zum Ausdruck gekommen, daß und inwiefern die Physik sich allenthalben auf ein in der Außenwelt liegendes Absolutes gründet. Denn wenn das Absolute, wie manche Erkenntnistheoretiker annehmen, nur im eigenen Erleben zu finden wäre, so müßte es grundsätzlich ebenso viele Arten von Physik geben, wie es Physiker gibt, und wir würden der Tatsache völlig verständnislos gegenüberstehen, daß es wenigstens bis zum heutigen Tage möglich ist, eine physikalische Wissenschaft aufzubauen und zu pflegen, deren Inhalt für alle forschenden Intelligenzen, bei aller Verschiedenartigkeit ihrer Einzelerlebnisse, sich als der nämliche erweist. Daß nicht wir uns aus Zweckmäßigkeitsgründen die Außenwelt schaffen, sondern daß umgekehrt sich uns die Außenwelt mit elementarer Gewalt aufzwingt, ist ein Punkt, welcher in unserer stark von positivistischen Strömungen durchsetzten Zeit nicht als selbstverständlich unausgesprochen bleiben darf. Indem wir bei jeglichem Naturgeschehen von dem Einzelnen, Konventionellen und Zufälligen dem Allgemeinen, Sachlichen und Notwendigen zustreben, suchen wir hinter dem Abhängigen das Unabhängige, hinter dem Relativen das Absolute, hinter dem Vergänglichen das Unvergängliche. Und so weit ich sehe, zeigt sich diese Tendenz nicht nur in der Physik, sondern in jeglicher Wissenschaft, ja nicht nur auf dem Gebiet des Wissens, sondern auch auf dem des Guten und dem des Schönen.

Doch ich laufe hier Gefahr, von meinem Thema abzuschweifen. Denn ich hatte mir nicht vorgenommen, Behauptungen aufzustellen und sie dann zu beweisen, sondern ich wollte umgekehrt erst einige Tatsachen aus der Physik reden lassen und an sie einige zusammenfassende Betrachtungen anreihen.

Darum zum Schluß nur noch eine naheliegende, aber sehr verfängliche Frage. Wer bürgt uns dafür, daß ein Begriff, welchem wir heute einen absoluten Charakter zuschreiben, vielleicht schon morgen sich in einem gewissen neuen Sinne als relativ erweisen und einem höheren absoluten Begriffe weichen wird? Hier kann es nur eine einzige Antwort geben: Nach allem, was wir erlebt und gelernt haben, kann eine derartige Bürgschaft niemand in der Welt übernehmen. Ja, wir dürfen wohl sogar mit aller Sicherheit behaupten, daß das Absolute schlechthin uns niemals faßbar sein wird. Das Absolute bildet vielmehr ein ideales Ziel, das wir stets vor uns haben, ohne es doch jemals erreichen zu können — ein allerdings vielleicht betrüblicher Gedanke, mit dem wir uns eben abfinden müssen. Es geht uns darin ähnlich wie einem in unbekanntem Gelände wandernden Bergsteiger, der niemals weiß, ob hinter dem Gipfel, den er vor sich sieht und dem er mühsam zustrebt, sich nicht ein noch höherer auftürmt. Wohl aber mag es wie ihm so auch uns zum Trost dienen, daß es dabei doch immer aufwärts und vorwärts geht, und daß uns nichts hindert, dem ersehnten Ziel in unbeschränktem Grade näher zu kommen. Diese Annäherung immer weiter zu treiben und immer enger zu gestalten, ist das eigentliche unausgesetzte Streben einer jeglichen Wissenschaft, und wir können hier mit GOTTHOLD EPHRAIM LESSING sagen: Nicht der Besitz der Wahrheit, sondern das erfolgreiche Ringen um sie macht das Glück des Forschers aus; denn alles Verweilen ermüdet und erschlafft auf die Dauer. Ein starkes, gesundes Leben gedeiht nur durch Arbeit und Fortschritt. Vom Relativen zum Absoluten.



Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

AUS DEN NEUERSCHEINUNGEN

DES VERLAGES JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Pathologie als Naturwissenschaft, Relationspathologie. Für Pathologen, Physiologen, Mediziner und Biologen. Von **Gustav Ricker**, Direktor der Pathologischen Anstalt der Stadt Magdeburg. 401 Seiten. 1924. 18 Goldmark; geb. 19.80 Goldmark

---

Praktische Übungen in der Physiologie. Eine Anleitung für Studierende. Von Dr. **L. Asher**, o. Professor der Physiologie, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Bern. Zweite, verbesserte und wesentlich vermehrte Auflage. 274 Seiten mit 40 Abbildungen. 1924. 9 Goldmark

---

Qualitative Analyse auf präparativer Grundlage. Von Dr. **W. Strecker**, o. Professor an der Universität Marburg. Zweite, ergänzte und erweiterte Auflage. 205 Seiten mit 17 Textfiguren. 1924. 6.60 Goldmark

---

Der Cocainismus. Ein Beitrag zur Geschichte und Psychopathologie der Rauschgifte. Von Dr. **Ernst Joël**, Berlin, und Dr. **F. Fränkel**, Berlin. 115 Seiten. (Sonderabdruck aus Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde. 25. Band.) 4.20 Goldmark

---

O. Anselmino. **Das Opiumgesetz und seine Ausführungsbestimmungen.** 55 Seiten. 2.40 Goldmark

---

Die Windführung beim Konverterfrischprozess. Von Dr.-Ing. **Hayo Folkerts**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule Aachen. 166 Seiten mit 58 Abbildungen und 34 Tabellen. 1924. 13.20 Goldmark; geb. 14.10 Goldmark

---

Bau großer Elektrizitätswerke. Von **G. Klingenberg**, Geheimer Baurat, Prof. Dr.-Ing. h. c. Dr. phil. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 616 Seiten mit 770 Abbildungen und 13 Tafeln. 1924. Gebunden 45 Goldmark

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Soeben erschien:

Elementarmathematik

vom höheren Standpunkte aus

Von **Felix Klein**

Dritte Auflage — In drei Bänden

Erster Band

Arithmetik – Algebra – Analysis

Ausgearbeitet von E. Hellinger. Für den Druck fertig gemacht und mit Zusätzen versehen von Fr. Seyfarth

333 Seiten mit 125 Abbildungen. — 15 Goldmark; gebunden 16.50 Goldmark

(Band XIV der Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete. Gemeinsam mit W. Blaschke-Hamburg, M. Born-Göttingen, C. Runge-Göttingen, herausgegeben von R. Courant-Göttingen.)

Inhaltsübersicht:

Erster Teil: Arithmetik: I. Das Rechnen mit den natürlichen Zahlen. — II. Die ersten Erweiterungen des Zahlbegriffes. — III. Von den besonderen Eigenschaften der ganzen Zahlen. — IV. Die komplexen Zahlen. — Zwischenstück: Über die moderne Entwicklung und den Aufbau der Mathematik überhaupt. — Zweiter Teil: Algebra: I. Reelle Gleichungen mit reellen Unbekannten. II. Gleichungen im Gebiete komplexer Größen. — Dritter Teil: Analysis: Logarithmus und Exponentialfunktion. — Die goniometrischen Funktionen. — III. Von der eigentlichen Infinitesimalrechnung. — IV. Anhang. IVa. Transzendenz von e und π. IVb. Die Mengenlehre.

Soeben erschien:

Analytische Dynamik der Punkte und starren Körper

Mit einer Einführung in das Dreikörperproblem und mit zahlreichen Übungsaufgaben

Von **E. T. Whittaker**

Professor der Mathematik an der Universität Edinburgh

Nach der zweiten Auflage übersetzt von

Dr. F. und K. Mittelsten Scheid in Marburg a. d. Lahn

474 Seiten. — 21 Goldmark; geb. 22.50 Goldmark

(Band XVII der Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete. Gemeinsam mit W. Blaschke-Hamburg, M. Born-Göttingen, C. Runge-Göttingen, herausgegeben von R. Courant-Göttingen.)

Inhaltsübersicht:

I. Kapitel: Einleitendes aus der Kinematik. — II. Kapitel: Die Bewegungsgleichungen. — III. Kapitel: Integrationsprinzipien. — IV. Kapitel: Die lösbaren Probleme der Punktdynamik. — V. Kapitel: Das dynamische Verhalten starrer Körper. — VI. Kapitel: Die lösbaren Probleme der Dynamik starrer Körper. — VII. Kapitel: Theorie der Schwingungen. — VIII. Kapitel: Nicht-holonome Systeme. Systeme mit Energiezerstreuung. — IX. Kapitel: Die Prinzipien der kleinsten Wirkung und kleinsten Krümmung. — X. Kapitel: Hamiltonsche Systeme und ihre Integralinvarianten. — XI. Kapitel: Die Transformationstheorie der Dynamik. — XII. Kapitel: Die Eigenschaften der Integrale dynamischer Systeme. — XIII. Kapitel: Die Reduktion des Dreikörperproblems. — XIV. Kapitel: Die Sätze von Bruns und Poincaré. — XV. Kapitel: Allgemeine Theorie der Bahnkurven. — XVI. Kapitel: Integration durch trigonometrische Reihen.

Soeben erschien:

Aufgaben und Lehrsätze

aus der Analysis

Von

G. Pólya
Tit. Professor an der Eidgen. Technischen Hochschule Zürich

G. Szegö
Privatdozent an der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin

Erster Band

Reihen. Integralrechnung. Funktionentheorie

354 Seiten. — 15 Goldmark; gebunden 16.50 Goldmark

(Band XIX der Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete. Gemeinsam mit W. Blaschke-Hamburg, M. Born-Göttingen, C. Runge-Göttingen, herausgegeben von R. Courant-Göttingen.

Inhaltsverzeichnis:

Unendliche Reihen und Folgen. Das Rechnen mit Potenzreihen. Reihentransformationen. Ein Satz von Cesàro. Die Struktur reeller Folgen und Reihen. Vermischte Aufgaben.
Integralrechnung. Das Integral als Grenzwert von Rechtecksummen. Ungleichungen. Einiges über reelle Funktionen. Verschiedene Arten der Gleichverteilung. Funktionen großer Zahlen.
Funktionen einer komplexen Veränderlichen. Allgemeiner Teil: Komplexe Zahlen und Zahlenfolgen. Abbildungen und Vektorfelder. Geometrisches über den Funktionsverlauf. Cauchyscher Integralsatz. Prinzip vom Argument. Folgen analytischer Funktionen. Das Prinzip vom Maximum.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 / Verantwortlich für den Anzeigenteil C. Lemke, Berlin W / Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig